

HUMBOLDT-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

WIRTSCHAFTSWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

INSTITUT FÜR STATISTIK UND ÖKONOMETRIE

LADISLAUS VON BORTKIEWICZ LEHRSTUHL FÜR STATISTIK

Humboldt-Universität • Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät • Spandauer Str. 1 • 10178 Berlin



Statistische Auswertung der Fehler in den Statistik-Klausuren

Statistical Analysis of Mistakes in Statistics Examinations

Bachelorarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science (B.Sc.)

in Betriebswirtschaftslehre

an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät

der Humboldt-Universität zu Berlin



Vorgelegt von

Anna Pinos

Matr.-Nr.: 512741

Prüfer: Professor Dr. Wolfgang Härdle

Betreuer: Dr. Sigbert Klinke

Berlin, den 18.09.2010

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
2 Datenübersicht.....	2
3 Statistische Methoden.....	3
3.1 χ^2 -Unabhängigkeitstest, Zusammenhangsmaße und Residuen	3
3.2 Lineare Regressionsanalyse	5
3.3 Hierarchische Clusteranalyse	6
4 Statistische Auswertung	7
4.1 Übersicht über die Klausuren und die Ergebnisse.....	8
4.2 Typische Fehler für die einzelnen Themengebiete.....	11
4.2.1 Unterschiede in den Fehlertypen zwischen Männern und Frauen.....	15
4.2.2 Unterschiede in den Fehlertypen zwischen BWL- und VWL-Studenten.....	17
4.2.3 Unterschiede in den Fehlertypen zwischen drei Klausurgruppen	19
4.3 Zusammenhang zwischen Klausurnote und Fehlertypen	22
4.4 Lineare Regressionsanalyse	23
4.5 Hierarchische Clusteranalyse	27
4.5.1 Ergebnisse der Clusteranalyse für die Statistik I Klausuren.....	27
4.5.2 Ergebnisse der Clusteranalyse für Statistik II Klausuren	30
4.5.3 Vergleich der Cluster bei Statistik I und II.....	32
5 Zusammenfassung	33
Literaturverzeichnis.....	35
Anhang	37

Abkürzungsverzeichnis

BWL	Betriebswirtschaftslehre
CV	Cramer's V
KK	Kontingenzkoeffizient
SoSe	Sommersemester
Vgl.	Vergleiche
VIF	Variance Inflation Factors
VWL	Volkswirtschaftslehre
WiSe	Wintersemester

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: In der Aufgabe erreichter Prozentsatz bei den einzelnen Gebieten.....	10
Abbildung 2: Streudiagramm zur Prüfung der Residuen.....	25
Abbildung 3: Histogramm Abbildung 4: Normalverteilungsplot der Residuen	26
Abbildung 5: Dendrogramm für das Ward-Verfahren - Statistik I Klausuren.....	28
Abbildung 6: Dendrogramm für das Ward-Verfahren – Statistik II Klausuren.....	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Deskriptive Kennzahlen für den in der Klausur erreichten Prozentsatz	9
Tabelle 2: Zusammenhangsmaße für die Variable Gebiet und die unterschiedlichen Fehlertypen	11
Tabelle 3: Signifikante Zusammenhangsmaße, nach Geschlecht	15
Tabelle 4: Signifikante Zusammenhangsmaße, nach Studiengang	17
Tabelle 5: Signifikante Zusammenhangsmaße, nach Gruppenzugehörigkeit	20
Tabelle 6: Bestimmtheitsmaß für die Regressionsanalyse	24
Tabelle 7: Regressionskoeffizienten, Signifikanz und Kollinearitätsstatistik	25
Tabelle A - 1: Übersicht über Themen und Unterthemen in den Klausuren	37
Tabelle A - 2: Kennzahlen für die Klausuren zu Statistik I und II	37
Tabelle A - 3: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Fachbegriff-Fehler	38
Tabelle A - 4: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Falscher Wert ohne Lösungsweg	38
Tabelle A - 5: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Keine Antwort	38
Tabelle A - 6: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Unvollständige Lösung	39
Tabelle A - 7: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Ungenaue Lösung	39
Tabelle A - 8: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Falsches Einsetzen	39
Tabelle A - 9: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Unzutreffende Antwort	40
Tabelle A - 10: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Folgefehler	40
Tabelle A - 11: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Rechenfehler/ mathematischer Fehler	40
Tabelle A - 12: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Fachbegriff-Fehler	41
Tabelle A - 13: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Falscher Wert ohne Lösungsweg	41
Tabelle A - 14: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Keine Antwort	41
Tabelle A - 15: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Unvollständige Lösung	42
Tabelle A - 16: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Ungenaue Lösung	42

Tabelle A - 17: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Falsches Einsetzen	42
Tabelle A - 18: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Unzutreffende Antwort	43
Tabelle A - 19: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Folgefehler	43
Tabelle A - 20: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Rechenfehler/ mathematischer Fehler.....	43
Tabelle A - 21: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehlertypen	44
Tabelle A - 22: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Fachbegriff-Fehler.....	44
Tabelle A - 23: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Keine Antwort	45
Tabelle A - 24: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Ungenaue Lösung	45
Tabelle A - 25: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Falsches Einsetzen	46
Tabelle A - 26: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Unzutreffende Antwort	46
Tabelle A - 27: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehlertypen, getrennt nach Geschlecht	47
Tabelle A - 28: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Fachbegriff-Fehler, getrennt nach Geschlecht	48
Tabelle A - 29: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Keine Antwort, getrennt nach Geschlecht	49
Tabelle A - 30: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Unvollständige Lösung, getrennt nach Geschlecht	49
Tabelle A - 31: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Falsches Einsetzen, getrennt nach Geschlecht	49
Tabelle A - 32: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Unzutreffende Antwort, getrennt nach Geschlecht	50
Tabelle A - 33: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Folgefehler, getrennt nach Geschlecht	50
Tabelle A - 34: Deskriptive Statistik, getrennt nach Geschlecht	51
Tabelle A - 35: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehlertypen, getrennt nach Studiengang.....	52

Tabelle A - 36: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Fachbegriff-Fehler, getrennt nach Studiengang	53
Tabelle A - 37: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Keine Antwort, getrennt nach Studiengang	54
Tabelle A - 38: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Unzutreffende Antwort, getrennt nach Studiengang	54
Tabelle A - 39: Deskriptive Statistik, getrennt nach Studiengang	55
Tabelle A - 40: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehlertypen, getrennt nach Klausurgruppen	56
Tabelle A - 41: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Fachbegriff-Fehler, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit	57
Tabelle A - 42: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Falscher Wert ohne Lösungsweg, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit	57
Tabelle A - 43: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Keine Antwort, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit	58
Tabelle A - 44: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Unzutreffende Antwort, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit	58
Tabelle A - 45: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Folgefehler, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit.....	59
Tabelle A - 46: Deskriptive Statistik, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit	59
Tabelle A - 47: Eta-Koeffizienten für in der Klausur erreichten Prozentsatz und die unterschiedlichen Fehlertypen	60
Tabelle A - 48: F-Test für die Regressionsanalyse	61
Tabelle A - 49: Residuenstatistik für die Resgressionsanalyse	61
Tabelle A - 50: Kolmogoroff-Smirnoff-Test für die standardisierten Residuen.....	61
Tabelle A - 51: Korrelationsmatrix für die unabhängigen Variablen der Regressionsanalyse	62
Tabelle A - 52: Zuordnungsübersicht und Heterogenitätsmaß für die Cluster zu Statistik I.....	63
Tabelle A - 53: Werte des F-Tests für die Cluster	64
Tabelle A - 54: Deskriptive Kennzahlen für den ersten Cluster.....	64
Tabelle A - 55: Deskriptive Kennzahlen für den zweiten Cluster	65
Tabelle A - 56: Deskriptive Kennzahlen für den dritten Cluster	66

Tabelle A - 57: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im ersten Cluster	67
Tabelle A - 58: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im zweiten Cluster	67
Tabelle A - 59: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im dritten Cluster.....	67
Tabelle A - 60: Zuordnungsübersicht und Heterogenitätsmaß für die Cluster zu Statistik II.....	68
Tabelle A - 61: Werte des F-Tests für die Cluster	69
Tabelle A - 62: Deskriptive Kennzahlen für den ersten Cluster.....	69
Tabelle A - 63: Deskriptive Kennzahlen für den zweiten Cluster	70
Tabelle A - 64: Deskriptive Kennzahlen für den dritten Cluster	71
Tabelle A - 65: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im ersten Cluster	72
Tabelle A - 66: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im zweiten Cluster	72
Tabelle A - 67: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im dritten Cluster.....	72
Tabelle A - 68: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Clusterzugehörigkeit und Klausurtermin – Statistik I	73
Tabelle A - 69: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Clusterzugehörigkeit und Klausurtermin – Statistik II	73
Tabelle A - 70: Zusammenhangsmaß für Clusterzugehörigkeit und Klausurtermin – Statistik I.....	73

1 Einleitung

Diese Arbeit befasst sich mit der Analyse der Statistik I und II Klausuren vom Sommersemester 2005 bis zum Wintersemester 2007/08 und der dort aufgetretenen Fehler. Die Klausuren zu Statistik I und II stellen ein Pflichtmodul der Bachelorstudiengänge Betriebswirtschaftslehre, Volkswirtschaftslehre und Wirtschaftspädagogik an der Humboldt Universität zu Berlin dar. Es handelt sich um ein nicht besonders beliebtes Modul, das den Studierenden oft Schwierigkeiten bereitet und das oft mit eher schlechten Noten abgeschlossen wird. Auf Grund der eher mittelmäßigen Durchschnittsnoten bei diesen zwei Klausuren und der von den Studierenden empfundenen Schwierigkeiten soll diese Arbeit die gemachten Fehlertypen und die stark mit Fehlern behafteten Gebieten untersuchen, um eventuelle Unterschiede im Fehlermuster der Studenten und „kritische“ Themen aufzudecken. Wenn sich beispielsweise herausstellen würde, dass ein bestimmtes Gebiet besonders schlecht abschneidet oder dass sich BWL- und VWL-Studenten bezüglich der Fehlertypen und/oder der an Fehlern besonders reichen Gebieten unterscheiden, wäre es sinnvoll, dieses bestimmte Gebiet in den Übungen im Detail zu behandeln bzw. unterschiedliche Übungen mit spezifischen Schwerpunkten für die zwei Studentengruppen anzubieten. Dies könnte zu einer Verbesserung der Statistik-Noten sowie zu einem gesteigerten Interesse an dem Fach bei den Studenten beitragen.

Diese Arbeit gliedert sich in einen theoretischen und einen praktischen Teil: der erste gibt eine einführende Übersicht über die verwendeten statistischen Verfahren, der zweite stellt die Anwendung der erklärten Verfahren und deren Ergebnisse vor.

In einem ersten Schritt wird der Zusammenhang zwischen den in den Klausuren aufgetretenen Fehlertypen und den abgefragten Gebieten und Unterthemen überprüft, wobei dies für nach unterschiedlichen Kriterien aufgeteilte Gruppen von Studierenden erfolgt. In einem zweiten Schritt wird der Zusammenhang zwischen dem in der Klausur erreichten Prozentsatz und den Fehlertypen untersucht. Anschließend wird eine hierarchische Clusteranalyse durchgeführt, um eventuelle auf Grund der gemachten Fehler homogene Studentengruppen zu identifizieren. Schließlich folgt eine Zusammenfassung mit den wichtigsten Ergebnissen der Arbeit.

Für die Analyse des Datenmaterials und die Erstellung sämtlicher Tabellen und Abbildungen wurde SPSS 17.0 herangezogen.

2 Datenübersicht

Diese Arbeit bezieht sich auf die Klausuren zu Statistik I und II von drei aufeinander folgenden Jahren; es werden die Statistik I Klausuren der Sommersemester 2005, 2006 und 2007 und die Statistik II Klausuren der Wintersemester 2005/06, 2006/07 und 2007/08 untersucht. Für jede Klausur werden immer jeweils zwei Termine angeboten, diesbezüglich haben die Studenten freie Wahl. Insgesamt werden daher 12 unterschiedliche Klausuren betrachtet, jeweils 6 für Statistik I und 6 für Statistik II.

Bei dieser Untersuchung wurden nur Klausuren von Studierenden in Betracht gezogen, die sowohl Statistik I als auch Statistik II geschrieben haben und zwar als erstes Statistik I und im Folgesemester Statistik II. Wenn man dies berücksichtigt, stehen für das Jahr 2005 (Statistik I im SoSe 2005 und Statistik II im WiSe 2005/06) 196 Klausuren, für das Jahr 2006 142 Klausuren und für das Jahr 2007 174 Klausuren zur Verfügung.

Die Auswahl der zu analysierenden Klausuren erfolgte mittels einer mit Excel gezogenen Zufallsstichprobe, jeweils für die Statistik I Klausuren, so dass alle im selben Semester zum selben Termin geschriebenen Klausuren die gleiche Wahrscheinlichkeit besaßen, in die Stichprobe zu gelangen. Die Zufallsstichproben wurden in einem Umfang von ungefähr 10 % und getrennt nach erstem und zweitem Termin gezogen. Bei Statistik II wurden die Klausuren der für Statistik I gezogenen Studierende ausgewertet, ungeachtet dessen ob die 10 % pro Klausur erreicht wurde oder nicht.

Es wurden daher jeweils 11 und 8 Statistik I Klausuren fürs SoSe 2005, 8 und 7 fürs SoSe 2006 und 15 und 9 fürs SoSe 2007 ausgewertet, daraus ergaben sich folgende Zahlen für die Statistik II Klausuren, jeweils 12 und 7 Klausuren fürs WiSe 2005/06, 12 und 3 fürs WiSe 2006/07 und 16 und 8 fürs WiSe 2007/08. Die für die Analyse gezogenen Daten wurden anschließend anonymisiert, indem den gezogenen Studenten Studenten-IDs vergeben wurden, um die richtige Zuordnung der Klausuren zu gewährleisten.

Bei allen untersuchten Klausuren wurden zusätzlich zu den erreichten Punktzahlen pro Aufgabe und Teilaufgabe und den gemachten Fehlern auch die Angaben zu Geschlecht und Studiengang erfasst, so dass auch ein Vergleich in diese Richtung möglich ist. Insgesamt werden die Klausuren von 35 Studentinnen und 23 Studenten betrachtet, sie unterteilen sich in 30 BWL-Studenten, 20 VWL-Studenten, 5 Studenten der Wirtschaftspädagogik und 3 Studierenden aus anderen Studiengängen.

Bei der Erfassung der Fehler in den Klausuren und der Analyse wurden neun unterschiedliche Kategorien ermittelt: *Fachbegriff-Fehler*, *Falscher Wert ohne Lösungsweg*, *Keine Antwort*, *Unvollständige Lösung*, *Ungenau Lösung*, *Falsches Einsetzen*, *Unzutreffende Antwort*, *Folgefehler* und *Rechenfehler/ mathematischer Fehler*.

3 Statistische Methoden

Für die Auswertung der Klausuren werden unterschiedliche statistische Verfahren verwendet. Zusätzlich zu den einfachen Kennzahlen aus der deskriptiven Statistik, wie Mittelwert, Median und Standardabweichung, die einen ersten globalen Einblick ermöglichen, werden der χ^2 -Unabhängigkeitstest und einige Kennzahlen für die Stärke des Zusammenhangs benutzt. Zudem wird die lineare Regressionsanalyse angewendet, um den Zusammenhang zwischen Klausurnote und Fehlertypen zu untersuchen. Das Verfahren der Clusteranalyse dient schließlich dazu, eventuelle homogene Gruppen von Studierenden zu identifizieren. Es soll an dieser Stelle kurz auf diese Verfahren eingegangen werden, wobei nur Maße und Methoden vorgestellt werden, die bei den Variablen und im Allgemeinen den Daten dieser Arbeit angewendet werden können.

3.1 χ^2 -Unabhängigkeitstest, Zusammenhangsmaße und Residuen

Da der Fokus dieser Arbeit in der Entdeckung von eventuellen Zusammenhängen zwischen Fehlertypen und Themen bzw. Gruppen von Studierenden liegt, wird oft der χ^2 -Unabhängigkeitstest verwendet. Dieser Test gehört zu den nichtparametrischen Tests, d.h. es müssen keine besonderen Verteilungsvoraussetzungen erfüllt sein. Er überprüft, ob zwei Zufallsvariablen stochastisch abhängig sind. Dabei lautet die Nullhypothese „Die Zufallsvariablen X (z.B. Gebiet) und Y (z.B. Fehlertyp) sind stochastisch unabhängig“, während die Alternativhypothese lautet „Die Zufallsvariablen Gebiet und Fehlertyp sind nicht stochastisch unabhängig“. Wenn nicht anders gekennzeichnet, wird in dieser Arbeit immer ein Signifikanzniveau von 5 % verwendet. Die Durchführung des Tests setzt voraus, dass es sich um unabhängige Beobachtungen handelt und dass die Variablenausprägungen vollständig aufgeteilt sind.¹

Bei Ablehnung der Nullhypothese, d.h. bei Bestehen von Abhängigkeit zwischen den untersuchten Zufallsvariablen, ist es sinnvoll und interessant, die Stärke des Zusam-

¹ Vgl. Fahrmeir et al., 1997, S. 452-454.

menhangs zu kennen. Dafür werden die Zusammenhangsmaße Kontingenzkoeffizient, Phi und Cramer's V berechnet, da es sich bei den analysierten Zufallsvariablen um nominal skalierte Variablen handelt. Alle drei Maße basieren auf der χ^2 -Statistik; der Kontingenzkoeffizient besitzt den Nachteil, dass er nie den Wert 1 erreicht und von der Größe und Form der Kontingenztafel abhängt. Aus diesem Grund sind die anderen zwei Maße dem vorzuziehen, da sie alle Werte zwischen 0 (bei Unabhängigkeit) und 1 (bei vollkommener Abhängigkeit) annehmen können. Phi und Cramer's V stimmen miteinander überein, wenn die Anzahl der Zeilen oder der Spalten gleich 2 ist.² Zudem wird das PRE-Maß asymmetrisches Lambda ($0 < \lambda < 1$) verwendet, das sich auf die Fehlerreduktion bei der Vorhersage der abhängigen Variablen bei Kenntnis der Verteilung der anderen Variablen bezieht. Als abhängige Variable wird die gewählt, in deren Vorhersage großes Interesse liegt. In dieser Arbeit gilt daher die Variable Fehlertyp als abhängige Variable. Da die PRE-Maße und die davor aufgelisteten Koeffizienten auf unterschiedlichen Berechnungswegen basieren, kann es dazu kommen, dass Lambda auf keinen Zusammenhang hinweist, obwohl laut Koeffizienten ein signifikanter Zusammenhang besteht.³

Zur weiteren Untersuchung werden die Residuen betrachtet, die die Differenz zwischen beobachteten und erwarteten Häufigkeiten darstellen. Dabei ist es sinnvoll die standardisierten Residuen heranzuziehen, da diese einen Vergleich der Residuen untereinander ermöglichen. Residuen mit Werten höher als +2 oder geringer als -2 liefern den größten Beitrag zur Ablehnung der Nullhypothese (Unabhängigkeit) und deuten darauf hin, dass die entsprechenden Zellen der Kreuztafel in der Stichprobe über- bzw. unterrepräsentiert sind im Vergleich zu den zu erwartenden Häufigkeiten bei Unabhängigkeit.⁴

Zur Messung des Zusammenhanges zwischen einer metrisch skalierten abhängigen und einer nominal skalierten unabhängigen Variable wird der Eta-Koeffizient verwendet. Es handelt sich um ein weiteres PRE-Maß, das angibt, um wie viele Prozentpunkte der Vorhersagefehler für die abhängige Variable reduziert werden kann, wenn man die Ausprägung der abhängigen Variable kennt.⁵

² Vgl. Rönz, 2000, S. 53-56.

³ Vgl. Hartung, 1995, S. 455-458.

⁴ Vgl. Bühl, 2006, S.260-261.

⁵ Vgl. Rönz, 2000, S. 74-77.

3.2 Lineare Regressionsanalyse

Die lineare Regressionsanalyse dient der Analyse des Zusammenhangs zwischen einer abhängigen Variable und einer oder mehreren unabhängigen Variablen. Bei all den Variablen muss es sich um mindestens intervallskalierte Variablen handeln, es ist allerdings möglich, nominal skalierte Variablen als unabhängige Variablen einzubeziehen, wenn diese in 0/1 Variablen kodiert werden.⁶ Nach der auf Grund von sach-logischen Überlegungen erfolgten Modellformulierung werden die Regressionskoeffizienten und dadurch die Regressionsfunktion nach der Methode der Kleinsten Quadrate geschätzt. Diese Methode besteht darin, dass die Regressionskoeffizienten so bestimmt werden, dass die Summe der quadrierten Abweichungen zwischen beobachteten Werten und geschätzten Werten minimiert wird. Dies wird durch folgende Funktion erreicht:

$$\sum_{k=1}^K e_k^2 \equiv \sum_{k=1}^K \left[y_k - (b_0 + b_1 x_{1k} + b_2 x_{2k} + \dots + b_j x_{jk} + \dots + b_J x_{Jk}) \right]^2 \rightarrow \min$$

Wobei e_k die Werte der Residualgröße ($k=1, 2, \dots, K$), y_k die Werte der abhängigen Variable ($k=1, 2, \dots, K$), b_0 das konstante Glied, b_j die Regressionskoeffizienten ($j=1, 2, \dots, J$), x_{jk} die Werte der unabhängigen Variablen ($j=1, 2, \dots, J$; $k=1, 2, \dots, K$), J die Zahl der unabhängigen Variablen und K die Zahl der Beobachtungen sind.⁷

Die somit ermittelten Regressionskoeffizienten geben an, wie sehr sich die abhängige Variable bei marginaler Änderung einer unabhängigen Variable ändert. Die Güte der Regressionsfunktion kann durch das Bestimmtheitsmaß geprüft werden. Dieses gibt an, welcher Anteil der Varianz der abhängigen Variable durch die Regressionsgerade erklärt wird. Je höher der Wert des Bestimmtheitsmaßes ist, desto besser ist die Regressionsgerade.⁸ Zusätzlich kann mittels eines F-Tests die Nullhypothese getestet werden, dass kein Zusammenhang zwischen der abhängigen und den unabhängigen Variablen besteht. Bei Gültigkeit der Nullhypothese sind alle Regressionskoeffizienten gleich Null. Als nächstes gilt zu prüfen, ob die einzelnen geschätzten Koeffizienten einen signifikanten Beitrag zur Erklärung der abhängigen Variable leisten. Dies erfolgt mittels

⁶ Vgl. Litz, 2003, S. 179-182.

⁷ Vgl. Bohley, 1992, S. 222-227.

⁸ Vgl. Polasek, 1997, S. 268-271.

eines t-Tests, bei dem die Nullhypothese überprüft wird, ob die einzelnen Koeffizienten gleich Null sind.⁹

Damit keine Verzerrungen und keine Ineffizienz bei der Schätzung der Regressionskoeffizienten auftreten und die Ergebnisse der durchzuführenden Tests gültig sind, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- Das Modell muss linear in den Parametern β_i sein, alle wichtigen unabhängigen Variablen müssen einbezogen worden sein und es werden weniger Parameter geschätzt als die Anzahl der Beobachtungen;
- Die Residuen sind homoskedastisch (d.h. sie haben eine konstante Varianz), unkorreliert (d.h. es sind keine systematische Zusammenhänge zwischen den Residuen erkennbar) und normalverteilt mit dem Erwartungswert Null;¹⁰
- Es besteht keine perfekte Multikollinearität zwischen den unabhängigen Variablen (d.h. eine jede unabhängige Variable lässt sich nicht durch eine andere oder eine Kombination von anderen unabhängigen Variablen erklären);¹¹
- Es ist keine Korrelation zwischen den unabhängigen Variablen und den Residuen vorhanden.

Sind die oben genannten Voraussetzungen nicht erfüllt, so sind die Koeffizienten möglicherweise verzerrt oder die Tests können nicht angewendet werden.¹²

3.3 Hierarchische Clusteranalyse

Zur Bildung von Gruppen von Studierenden, die in den Klausuren ähnliche Fehler gemacht haben, wird die hierarchische agglomerative Clusteranalyse eingesetzt. Es handelt sich um eine Methode, die einzelne Objekte in Gruppen zusammenfasst, die untereinander heterogen, aber in sich homogen sind. Durch ein hierarchisches Verfahren wird jedes einzelne Objekt, das am Anfang eine eigene Gruppe gebildet hat, einer Gruppe zugeordnet, bis im letzten Schritt alle Objekte in einer einzigen Gruppe enthalten sind. Als erstes werden die Ähnlichkeiten zwischen den Objekten ermittelt; abhängig von der Skalierung der Daten erfolgt die Bestimmung der Ähnlichkeiten durch un-

⁹ Vgl. Backhaus et al., 2003, S. 68-76.

¹⁰ Vgl. Fahrmeir et al., 2007, S. 59-70.

¹¹ Vgl. Eckstein, 2008, S. 201.

¹² Vgl. Backhaus et al., 2003, S. 91-93.

terschiedliche Proximitätsmaße.¹³ Da das betrachtete Merkmal die Anteilswerte sind beschränkt sich die Auswahl des Proximitätsmaßes auf die vier Maße bei metrischem Skalenniveau: L₁-Norm, L₂-Norm, Mahalanobis-Distanz und Q-Korrelationskoeffizient.¹⁴ Es wird die L₂-Norm (quadrierte Euklidische Distanz) angewendet. Dieses Distanzmaß „errechnet sich als Summe der quadrierten Differenzen zwischen den Variablenwerten der beiden zu vergleichenden Objekte“¹⁵:

$$D^2 = \sum_{i=1}^v (X_i - Y_i)^2$$

mit D als Distanz zwischen den zwei Objekten X und Y und v als Anzahl der zur berücksichtigten Variablen.

Obwohl mehrere Algorithmen zur Bildung von Gruppen zur Verfügung stehen, wird das bereits oben erwähnte hierarchische agglomerative Verfahren eingesetzt. Dabei werden folgende Schritte mehrmals angewendet, bis alle Objekte einer einzigen Gruppe zugeordnet sind:

- Es wird die Distanz zwischen den einzelnen Objekten bzw. Gruppen berechnet
- Es werden die Gruppen in ein Cluster zusammengelegt, zwischen denen die Distanz am geringsten ist.¹⁶

Es wird das Ward-Verfahren angewendet, welches eher größere, „wahre“ Cluster bildet.

4 Statistische Auswertung

In den folgenden Kapiteln wird die statistische Auswertung durchgeführt, es wird zuerst eine Übersicht über die Klausuren und ihre Ergebnisse gegeben und anschließend wird auf die Zusammenhänge zwischen Themen und Fehlertypen eingegangen, wobei diese Analyse getrennt nach Unterthemen, nach Geschlecht, nach Studiengängen und schließlich nach Gruppenzugehörigkeit erfolgt. Im folgenden Teil der Arbeit wird eine lineare Regressionsanalyse durchgeführt, um herauszufinden, welchen Einfluss die

¹³ Vgl. Bortz, 1993, S. 523 f.

¹⁴ Vgl. Backhaus et al., 2003, S. 491-496.

¹⁵ Brosius, 2006, S. 652.

¹⁶ Vgl. Everitt et al., 2001, S. 55-57.

unterschiedlichen Fehlertypen auf die Klausurnote, bzw. auf den in der Klausur erreichten Prozentsatz haben. Im letzten Teil werden schließlich die Ergebnisse einer Clusteranalyse vorgestellt, die anhand der gemachten Fehler eventuelle homogene Studentengruppen ans Licht bringen soll.

4.1 Übersicht über die Klausuren und die Ergebnisse

Die Klausuren haben alle die gleiche Struktur, obwohl kleinere Abweichungen auftreten. Sie gliedern sich in 4 bis 6 Aufgaben, wobei die letzte Aufgabe immer eine Theorieaufgabe mit mehreren Fragen ist. Die Gebiete, die innerhalb der Klausuren Statistik I und II überprüft werden, sind folgende: *Wahrscheinlichkeitstheorie, Zufallsvariablen und Variablen, Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen, Verteilungsmodelle, Stichprobentheorie, Schätztheorie, Testverfahren, Regressionsanalyse und Zeitreihenanalyse*, wobei in der Regel die ersten 4 Themen innerhalb von Statistik I überprüft wurden und die restlichen meistens innerhalb von Statistik II. Nur im Wintersemester 2006/07 wurden Aufgaben zur *Zeitreihenanalyse* gestellt. Zusätzlich zu diesen Gebieten, denen die einzelnen Aufgaben zugeordnet wurden, wird eine weitere Kategorie eingeführt, die alle Theorieaufgaben zusammenfasst, da eine Auswertung der einzelnen Teilaufgaben oder Fragen auf Grund der teils sehr unterschiedlichen Struktur der Theorieaufgaben den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Zudem wurden den Teilaufgaben Unterthemen zugeordnet, um eine detaillierte Analyse zu ermöglichen. Alle Gebiete und Unterthemen, sowie die Zuordnung der Aufgaben und Teilaufgaben, sind dem Anhang (Tabelle A-1) zu entnehmen.

Aus den deskriptiven Statistiken (Tabelle 1 und Tabelle A-2) kann man einen ersten Eindruck über die Klausuren gewinnen. Betrachtet man alle Klausuren gleichzeitig, so wurde im Schnitt ungefähr 55 % der Klausur richtig gelöst und der Median liegt bei 52 %; betrachtet man hingegen die Klausuren getrennt nach Statistik I und Statistik II, so deuten Mittelwert und Median darauf hin, dass Statistik I besser abgeschnitten hat. Ungefähr 57 % der Klausur wurde im Durchschnitt bei Statistik I richtig gelöst, während dieser Prozentsatz bei Statistik II auf 53 % sinkt; auch der Median sinkt um fast 4 Prozentpunkte.

Klausur	Mittelwert	Median	Standardabweichung	Minimum	Maximum
Alle	0,5518	0,5200	0,21085	0,18	0,98
Nur Statistik I	0,5710	0,5259	0,20909	0,21	0,98
Nur Statistik II	0,5326	0,4900	0,21266	0,18	0,98
SoSe 2005	0,4874	0,5000	0,11662	0,21	0,67
SoSe 2006	0,5360	0,5000	0,20914	0,22	0,86
SoSe 2007	0,6592	0,6700	0,23749	0,24	0,98
WiSe 2005/06	0,4368	0,4400	0,12706	0,20	0,70
WiSe 2006/07	0,4880	0,4400	0,21082	0,20	0,96
WiSe 2007/08	0,6363	0,6700	0,22870	0,18	0,98

Tabelle 1: Deskriptive Kennzahlen für den in der Klausur erreichten Prozentsatz

Wenn man die Ergebnisse der Klausuren getrennt nach Semestern betrachtet, kann man sowohl bei Statistik I als auch bei Statistik II eine Verbesserung der Ergebnisse im Laufe der Zeit feststellen; im Sommersemester 2005 wurde durchschnittlich 48,74 % der Klausur richtig gelöst, im darauf folgenden Jahr 53,6 % und im dritten Jahr sogar 65,92 %. Auch der Median, der von 50 % in den ersten zwei Jahren auf 67 % im letzten Jahr steigt, deutet auf diesen Trend hin. Ein ähnliches Bild weisen auch die Ergebnisse der Statistik II Klausuren auf, wobei die Werte auf einem niedrigeren Niveau liegen. Diese Ähnlichkeit sollte aber nicht allzu sehr überraschen, da für ein jedes Jahr die gleichen Studenten bei Statistik I und II untersucht worden sind.

Ein gruppiertes Balkendiagramm ermöglicht es, herauszufinden, wie die einzelnen Gebiete abgeschnitten haben, indem man für jedes Gebiet den in den Aufgaben erreichten Prozentsatz betrachtet. Jeder Balken gibt an, wie viel Prozent der Studierenden den auf der X-Achse angegebenen Prozentsatz (von richtig gelösten Aufgaben) im jeweiligen Gebiet erreicht haben. Aus Abbildung 1 kann man entnehmen, dass die Themen *Zeitreihenanalyse* und *Verteilungsmodelle* einen besonders hohen Prozentsatz bei falsch gelösten oder gar nicht gelösten Aufgaben aufweisen. Dem entgegen gesetzt weisen die Gebiete *Wahrscheinlichkeitstheorie* und *Testtheorie* einen hohen Prozentsatz bei vollkommen richtig gelösten Aufgaben auf, die *Theoriefragen* verzeichnen ziemlich konstante Prozentsätze in allen Kategorien. Dies gibt schon einen ersten Eindruck bezüglich der Schwierigkeit der Themen für die Studierenden. Man könnte sagen, dass die Studierenden *Wahrscheinlichkeitstheorie* und *Testverfahren* eher als einfach empfinden und besser lösen können als die Themen *Zeitreihenanalyse* und *Verteilungsmodelle*.

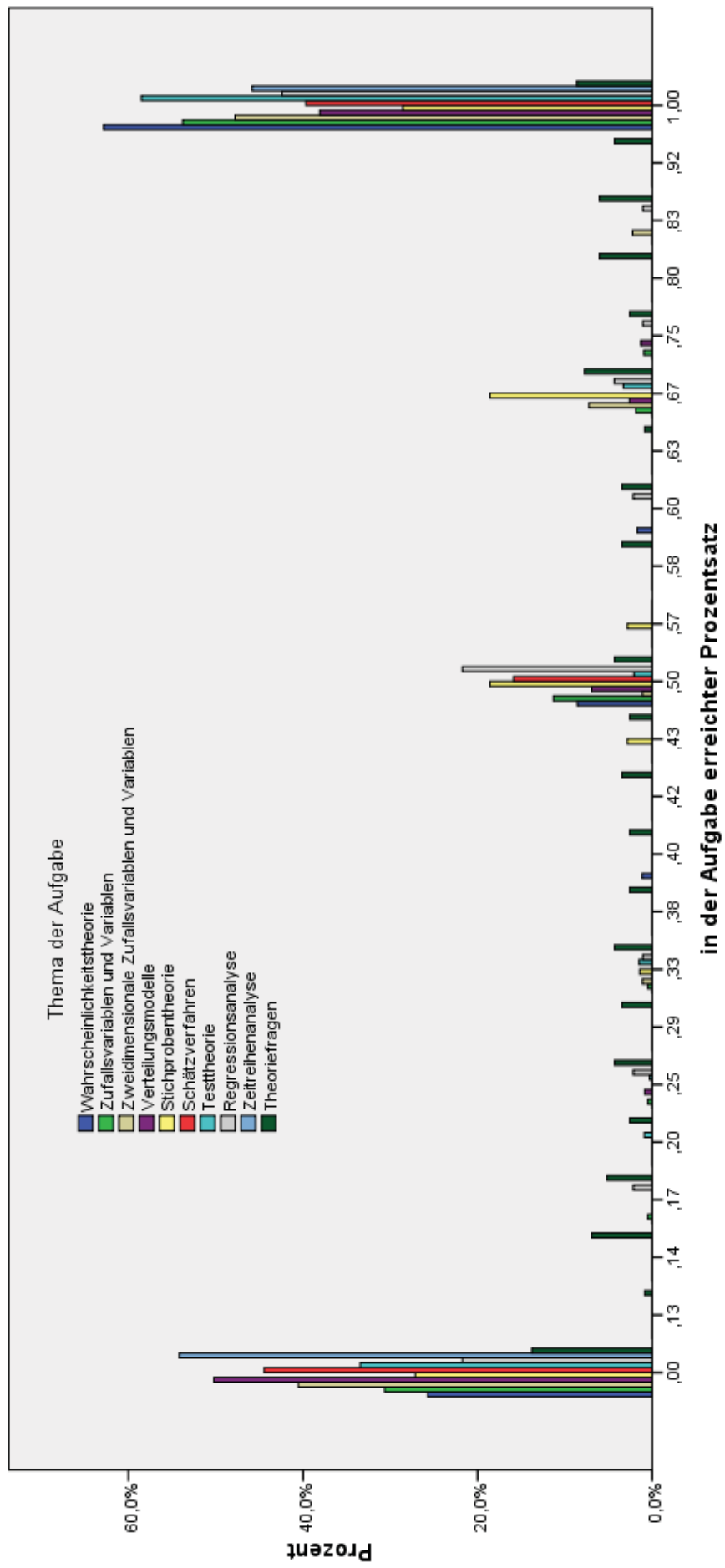


Abbildung 1: In der Aufgabe erreichter Prozentsatz bei den einzelnen Gebieten

4.2 Typische Fehler für die einzelnen Themengebiete

Sicherlich ist es eine interessante Fragestellung, ob ein Zusammenhang zwischen den Themengebieten und den unterschiedlichen Fehlertypen existiert, d.h. ob bestimmte Fehlertypen in bestimmten Gebieten häufiger auftreten als andere und somit typisch für ein Gebiet sind. Durch einen χ^2 -Unabhängigkeitstest ist es möglich, festzustellen, ob die untersuchten Variablen signifikant voneinander abhängig sind. Zuerst wird überprüft, ob überhaupt ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Gebieten und den Fehlerarten vorhanden ist. Die Voraussetzungen für die Durchführung des Tests sind erfüllt¹⁷ und die Nullhypothese lautet: „Die Zufallsvariablen Gebiet und Fehlertyp sind stochastisch unabhängig“, während die Alternativhypothese lautet: „Die Zufallsvariablen Gebiet und Fehlertyp sind nicht stochastisch unabhängig“. Auf einem Signifikanzniveau von 5 % wird für alle Fehlerarten die Nullhypothese verworfen (Tabellen A-3 bis A-11). Somit ist der Zusammenhang zwischen Gebiet und Fehlerart signifikant. Als nächstes werden die Kontingenzkoeffizienten (Tabelle 2) für die untersuchten Variablen betrachtet; es wird zuerst mittels des Kontingenzkoeffizienten C und Cramer's V¹⁸ untersucht, wie stark der Zusammenhang zwischen den Variablen ist.

Gebiet-Fehlertyp / Zusammenhangsmaße	Cramer's V	Kontingenzkoeffizient	Lambda
Gebiet - Fachbegriff-Fehler	0,278	0,267	0,096
Gebiet - Falscher Wert ohne Lösungsweg	0,130	0,129	0,000
Gebiet - Keine Antwort	0,210	0,206	0,000
Gebiet - Unvollständige Lösung	0,191	0,187	0,000
Gebiet - Ungenaue Lösung	0,142	0,141	0,000
Gebiet - Falsches Einsetzen	0,127	0,126	0,000
Gebiet - Unzutreffende Antwort	0,192	0,188	0,000
Gebiet - Folgefehler	0,154	0,152	0,000
Gebiet - Rechenfehler/ mathematischer Fehler	0,223	0,218	0,000

Tabelle 2: Zusammenhangsmaße für die Variable Gebiet und die unterschiedlichen Fehlertypen

¹⁷ Diese zwei Voraussetzungen sind in dieser Arbeit erfüllt, da eine einfache Zufallsstichprobe gezogen wurde und die vollständige Aufteilung der Variablenausprägungen gegeben ist. Da bei der untersuchten Stichprobe die Approximationsbedingungen (jede Zelle muss eine erwartete Häufigkeit von mindestens 1 besitzen und bei höchstens 20 % der Zellen darf die erwartete Häufigkeit niedriger als 5 sein) nicht immer erfüllt sind und es nicht sinnvoll wäre, unterschiedliche Fehlertypen zusammenzulegen, wird der Test immer mit der Monte Carlo-Methode mit einem Konfidenzniveau von 99% durch die Ziehung von 10000 Stichproben durchgeführt.

¹⁸ Bei der Betrachtung der Ergebnisse wird nur auf Cramer's V eingegangen werden, solange Cramer's V und Phi gleich sind, obwohl man bei Betrachtung von Phi zu den gleichen Schlüssen kommen würde.

Der höchste Zusammenhang besteht zwischen der Variable Gebiet und dem Fehlertyp *Fachbegriff-Fehler*, Cramer's V beträgt nämlich 0,278; was auf einen mittleren Zusammenhang zwischen beiden Variablen hindeutet. Der C Koeffizient beläuft sich für die gleiche Variablenkombination auf 0,267, was das bereits erwähnte Ergebnis bestätigt. Ein mittlerer Zusammenhang (Cramer's V von 0,223) kann auch zwischen den Variablen Gebiet und *Rechenfehler/ mathematischer Fehler* nachgewiesen werden. Ein zunehmend schwächerer Zusammenhang (Tabelle 3) wird zwischen den Variablen Gebiet und Fehlertypen in folgender Reihenfolge bestätigt: *Keine Antwort*, *Unzutreffende Antwort*, *Unvollständige Lösung*, *Folgefehler*, *Ungenau Lösung*, *Falscher Wert ohne Lösungsweg* und *Falsches Einsetzen*. Zwischen den Variablen Thema und *Falsches Einsetzen* ist der Zusammenhang am schwächsten und Cramer's V beträgt 0,127.

Während für alle Gebiet-Fehlertyp Kombinationen positive, wenngleich niedrige Werte, resultieren, beträgt das PRE-Maß Lambda nur für die Kombination Thema und *Fachbegriff-Fehler* einen von Null unterschiedlichen Wert, d.h. nur bei diesem Fehlertyp führt die Kenntnis der Variable Gebiet zu einer Fehlerreduktion bei der Vorhersage des Fehlertyps. Die Variable Gebiet hat somit bei der Fehlerreduktion einen Einfluss auf die Variable Fehlertyp.

Betrachtet man die standardisierten Residuen¹⁹ (Tabellen A-12 bis A-20), so deuten Residuen, die höher als 2 sind, auf typische Fehlertypen im jeweiligen Gebiet hin. Die Betrachtung der Residuen führt zur Aufdeckung folgender typischen Fehler: *Fachbegriff-Fehler* für *Stichprobentheorie* und *Theoriefragen*, *Falscher Wert ohne Lösungsweg* für *Wahrscheinlichkeitstheorie* und *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*, *Keine Antwort* für *Schätzverfahren*, *Regressionsanalyse* und *Theoriefragen*, *Unvollständige Lösung* für *Verteilungsmodelle* und *Theoriefragen*, *Ungenau Lösung* für *Theoriefragen*, *Falsches Einsetzen* und *Unzutreffende Antwort* für *Stichprobentheorie*, *Folgefehler* für *Wahrscheinlichkeitstheorie* und *Regressionsanalyse*, *Rechenfehler/ mathematischer Fehler* für *Schätzverfahren*, *Regressionsanalyse* und *Zeitreihenanalyse*.

Auf Grund des Residuenmusters würde man erwarten, dass bei Durchführung des χ^2 -Unabhängigkeitstests bei den gleichen Daten, aber zwischen der Variable Unterthema und den unterschiedlichen Fehlertypen, genau die oben aufgelisteten Kombinationen

¹⁹ Im Folgenden werden nur signifikante positive Residuen betrachtet, da der Fokus auf typische Fehlertypen liegt, also Fehlertypen die überrepräsentiert sind.

von Fehlertypen und Gebieten voneinander abhängig resultieren. Nachfolgend werden die Ergebnisse des Unabhängigkeitstests, die Zusammenhangsmaße und die Residuen bei Durchführung mit der Variable Unterthema und den Fehlertypen vorgestellt. Signifikante Abhängigkeit besteht laut χ^2 -Unabhängigkeitstests (Tabelle A-21) nur zwischen folgenden Fehlertyp-Gebiet-Paaren: *Fachbegriff-Fehler* und *Zufallsvariablen und Variablen*, *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und *Stichprobentheorie*; *Keine Antwort* und *Verteilungsmodelle*, *Schätzverfahren*, *Testtheorie* und *Regressionsanalyse*; *Ungenau Lösung* und *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*; *Falsches Einsetzen* und *Zufallsvariablen und Variablen*, *Unzutreffende Antwort* und *Testtheorie*. Die Betrachtung der Residuen (Tabellen A-22 bis A-26) würde dann zur Aufdeckung folgender typischer Fehler führen: *Fachbegriff-Fehler* für *Graphische Darstellung der Häufigkeiten oder der Verteilungsfunktion* und *Berechnung von Wahrscheinlichkeiten* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*), für *Berechnung von Schwankungsintervallen* (im Gebiet *Stichprobentheorie*); *Keine Antwort* für *Intervallberechnung* (im Gebiet *Verteilungsmodelle*), für *Berechnung von Varianz, Erwartungswert oder MSE* (im Gebiet *Schätzverfahren*), für *Bestimmung von kritischen Werten und Interpretation* (im Gebiet *Testtheorie*) und für *Berechnung von Formelgliedern* (im Gebiet *Regressionsanalyse*); *Ungenau Lösung* für *Bestimmung von Zusammenhangsmaße* (im Gebiet *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*); *Falsches Einsetzen* für *Berechnung von Häufigkeiten* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*).

Vergleicht man die aufgeführten Ergebnisse, die bei Betrachtung der Variable Gebiet bzw. Unterthema ermittelt wurden, so kann man leicht feststellen, dass Paare, die sich bei der ersten Untersuchung als unabhängig erwiesen haben, bei der zweiten Untersuchung abhängig sind. Bei diesen Widersprüchen handelt es sich um das Simpson-Paradoxon: dies ist um ein sehr verbreitetes und oft auftretendes Paradoxon, das unlösbar scheint, aber eigentlich nur mit der Aufteilung der Daten zusammenhängt.²⁰ Wenn man heterogene Gruppen von Daten zusammenlegt, bekommt man unterschiedliche Ergebnisse im χ^2 -Unabhängigkeitstest, als wenn man den Test für die einzelnen Gruppen getrennt durchführt, obwohl es sich insgesamt um die gleichen Daten handelt. Das kann dazu führen, dass bei globaler Betrachtung der Test auf Unabhängigkeit zwischen

²⁰ Vgl. Dubben/Beck-Bornholdt, 2005, S. 137-156.

den Variablen hindeutet und bei getrennter Betrachtung auf Abhängigkeit, oder umgekehrt.

Nach der statistischen Aufdeckung dieser typischen Fehler für die einzelnen Unterthemen, ist es notwendig zu überprüfen, ob es sich um Beobachtungen aus einer einzigen Klausur oder aus mehreren handelt. Im ersten Fall sind die Ergebnisse möglicherweise nicht sehr aussagekräftig: die Abhängigkeit zwischen *Keine Antwort* und *Berechnung von Varianz, Erwartungswert oder MSE (Schätzverfahren)* wurde basierend auf Beobachtungen aus zwei unterschiedlichen Klausuren (WiSe 2005/06, 2. Termin und WiSe 2006/07 2. Termin) ermittelt, die zwischen *Fachbegriff-Fehler* und *Berechnung von Wahrscheinlichkeiten (Zufallsvariablen und Variablen)* und zwischen *Keine Antwort* und *Intervallberechnung (Verteilungsmodelle)* auf Basis von Beobachtungen aus drei unterschiedlichen Klausuren (SoSe 2006, 2. Termin, SoSe 2007 1. und 2. Termin, bzw. SoSe 2007, 1. Termin, WiSe 2006/07, 1. Termin und WiSe 2007/08, 2. Termin). Der Zusammenhang zwischen *Keine Antwort* und *Bestimmung von kritischen Werten*, bzw. *Interpretation (Testtheorie)* wurde anhand der Fälle aus fünf verschiedenen Klausuren (allen WiSe – Klausuren, außer der Klausur vom 1. Termin vom WiSe 2006/07) errechnet, schließlich basiert der Zusammenhang zwischen *Ungenau Lösung* und *Bestimmung von Zusammenhangsmaßen (Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen)* auf Fällen aus sogar 6 Klausuren (SoSe 2006, SoSe 2007, WiSe 2005/06, jeweils beide Termine). Die restlichen oben aufgelisteten typischen Fehler wurden jeweils nur anhand einer Klausur ermittelt. Auf Grund der herangezogenen Tests und Maße und der erwähnten Überlegungen lässt sich festhalten, dass *Fachbegriff-Fehler* ein typischer Fehler für die Gebiete *Zufallsvariablen und Variablen*, und insbesondere im Unterthema *Berechnung von Wahrscheinlichkeiten* ist; *Keine Antwort* typisch für *Verteilungsmodelle*, insbesondere bei *Intervallberechnung*, für *Schätzverfahren*, insbesondere bei *Berechnung von Varianz, Erwartungswert und MSE* und für *Testtheorie*, insbesondere bei *Bestimmung von kritischen Werte* und *Interpretation*; *Ungenau Lösung* typisch für *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*, und insbesondere für *Bestimmung von Zusammenhängen*.

Da die Analyse der Abhängigkeiten zu unterschiedlichen Ergebnissen führt, wenn man heterogene Gruppen zusammenfasst werden bei der Untersuchung der Abhängigkeiten zwischen Themen und Fehlertypen bei den unterschiedlichen Gruppen (Männer und

Frauen; BWL- und VWL-Studierenden; gute, mittelmäßige und schlechte Studierende) die Variable Unterthema, die 9 Variablen für die verschiedenen Fehlertypen und als Kontrollvariable Geschlecht, Studiengang bzw. Gruppenzugehörigkeit herangezogen.

4.2.1 Unterschiede in den Fehlertypen zwischen Männern und Frauen

In diesem Kapitel wird untersucht, ob es bestimmte Fehlertypen gibt, die typischerweise von Studenten oder Studentinnen gemacht werden. Die untersuchten Daten stammen aus 46 Klausuren von männlichen Studenten und aus 70 Klausuren von Studentinnen.

Führt man den χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Unterthemen, getrennt nach Geschlecht, durch, so erkennt man (Tabelle A-27), dass für Studenten ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Fehlertyp *Fachbegriff-Fehler* und den Gebieten *Zufallsvariablen und Variablen* und *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und zwischen dem Fehlertyp *Keine Antwort* und *Testtheorie* besteht. Der Unabhängigkeitstest liefert für die Studentinnen mehr signifikante Zusammenhänge und zwar zwischen folgenden Fehlertypen und Gebieten:

- *Fachbegriff-Fehler* und *Zufallsvariablen und Variablen*, *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und *Stichprobentheorie*;
- *Keine Antwort* und *Schätzverfahren*, *Testtheorie* und *Regressionsanalyse*;
- *Unvollständige Lösung* und *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*;
- *Falsches Einsetzen* und *Zufallsvariablen und Variablen*;
- und *Unzutreffende Antwort* und *Testtheorie*.

Geschlecht	Fehlertyp	Gebiet											
		Zufallsvariablen und Variablen		Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen		Stichprobentheorie		Schätzverfahren		Testtheorie		Regressionsanalyse	
		CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK
MANN	Fachbegriff-Fehler	0,444	0,406	0,394	0,367								
	Keine Antwort									0,347	0,328		
FRAU	Fachbegriff-Fehler	0,464	0,421	0,322	0,307	0,414	0,383						
	Keine Antwort							0,506	0,452	0,358	0,337	0,538	0,474
	Unvollständige Lösung			0,289	0,277								
	Falsches Einsetzen	0,433	0,397										
	Unzutreffende Lösung									0,382	0,356		

Tabelle 3: Signifikante Zusammenhangsmaße, nach Geschlecht

Laut Tabelle 3 besteht der stärkste Zusammenhang (0,538) zwischen *Regressionsanalyse* und *Keine Antwort* bei Studentinnen, an zweiter Stelle steht die Kombination *Schätzverfahren* und *Keine Antwort* (0,506) immer noch bei den Studentinnen. Der Zusammenhang zwischen den restlichen Themen und Fehlertypen ist mittelstark und beträgt zwischen 0,464 und 0,289. Die Residuen (Tabelle A-28 bis A-33) zeigen einen Zusammenhang zwischen *Fachbegriff-Fehler* und *Graphische Darstellung der Häufigkeiten oder der Verteilungsfunktion* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*, sowohl für männliche als auch für weibliche Studierende), zwischen *Keine Antwort* und *Berechnung von Parametern* (im Gebiet *Testtheorie* bei männlichen Studenten), *Keine Antwort* und *Bestimmung von kritischen Werten* und *Interpretation* (im Gebiet *Testtheorie* bei Studentinnen), sowie zwischen *Keine Antwort* und *Berechnung von Formelgliedern* (im Gebiet *Regressionsanalyse* bei Studentinnen). Typisch bei Studentinnen ist auch der Fehlertyp *Unvollständige Lösung* für das Unterthema *Berechnung von Häufigkeiten*, im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*, sowie der Fehlertyp *Unzutreffende Lösung* für das Unterthema *Graphik der Gütefunktion*, im Gebiet *Testtheorie*.

Unter den aufgelisteten typischen Fehlern wurden nur die Kombinationen *Unzutreffende Lösung* und *Graphik der Gütefunktion* und *Keine Antwort* und *Bestimmung von kritischen Werten* bzw. *Interpretation* basierend auf Fällen aus mindestens zwei unterschiedlichen Klausuren ermittelt. Die oben aufgeführten Ergebnisse deuten darauf hin, dass es tatsächlich Unterschiede in den Fehlertypen zwischen Männern und Frauen gibt, wobei bei Frauen eine größere Anzahl an Zusammenhängen vorhanden ist. Dies bedeutet allerdings lediglich, dass Frauen dazu tendieren, bestimmte Fehler in bestimmten Gebieten zu machen, es lässt aber nicht den Schluss ziehen, dass Frauen häufiger Fehler machen, als Männer; es könnte einfach sein, dass bei männlichen Studenten kein bestimmtes Muster in den Fehlertypen herrscht.

In den deskriptiven Statistiken (Tabelle A-34) kann man erkennen, dass sowohl Männer als auch Frauen durchschnittlich am besten in *Wahrscheinlichkeitstheorie* abgeschnitten haben, wobei der in den Aufgaben (zur Wahrscheinlichkeitstheorie) durchschnittlich erreichte Prozentsatz bei den Männer um etwa 12 Prozentpunkte höher liegt. Außerdem übersteigt der erreichte Prozentsatz 50 % in allen Gebieten, außer bei *Verteilungsmodelle*, *Zeitreihenanalyse* und *Theoriefragen* unter den Männern bzw. *Verteilungsmodelle*, *Schätzverfahren* und *Theoriefragen* (und *Stichprobentheorie*) unter den Frauen. Der von

den Männern erreichte Prozentsatz ist in allen Gebieten höher (teilweise deutlich höher) als bei den Frauen, ausgeschlossen ist nur die *Zeitreihenanalyse*, wo die Studentinnen sogar um 10 Prozentpunkte männliche Studenten übertreffen. In den Gebieten *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und *Theoriefragen* wurden vergleichbare Ergebnisse erreicht.

4.2.2 Unterschiede in den Fehlertypen zwischen BWL- und VWL-Studenten

Im Folgenden wird die Variable Studiengang als Kontrollvariable verwendet, um den Einfluss des Studienganges bei der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen der Variable Unterthema und den verschiedenen Fehlertypen zu überprüfen. Bei der Untersuchung werden nur Studenten der Studiengänge Betriebswirtschaftslehre und Volkswirtschaftslehre berücksichtigt, da Studierende anderer Fachrichtungen in vergleichsweise nur geringer Anzahl die Statistik I und II Klausuren geschrieben haben und nur im Umfang von 5 für den Studiengang Wirtschaftspädagogik und von 3 für sonstige Studiengänge in die Stichprobe gelangt sind. Bei dieser Auswertung werden daher die Klausuren von 30 BWL- und 20 VWL-Studenten betrachtet.

Studiengang	Fehlertyp	Gebiet													
		Zufallsvariablen und Variablen		Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen		Verteilungsmodelle		Stichprobentheorie		Schätzverfahren		Testtheorie		Regressionsanalyse	
		CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK
BWL	Fachbegriff-Fehler	0,508	0,453	0,329	0,312			0,459	0,417						
	Keine Antwort					0,325	0,309			0,469	0,425	0,387	0,361	0,390	0,363
	Unzutreffende Lösung	0,373	0,349												
VWL	Fachbegriff-Fehler									0,500	0,447				
	Keine Antwort													0,664	0,553
	Unzutreffende Lösung											0,567	0,493		

Tabelle 4: Signifikante Zusammenhangsmaße, nach Studiengang

Bei Betrachtung der Zusammenhänge zwischen den Fehlertypen und den einzelnen Gebieten, getrennt nach den Studiengängen BWL und VWL zeigt der Unabhängigkeitstest (Tabelle A-35), dass Zusammenhänge bezüglich *Fachbegriff-Fehler*, *Keine Antwort* und *Unzutreffende Antwort* sowohl bei BWL- als auch bei VWL-Studierenden bestehen. Die Zusammenhangsmaße (Tabelle 4) deuten auf ziemlich starke Abhängigkeiten, der stärkste Zusammenhang besteht zwischen *Keine Antwort* und *Regressionsanalyse* unter VWL-Studenten. Es fällt auf, dass die Anzahl der Themen, bei denen Abhängigkeit mit Fehlertypen besteht, bei BWL-Studenten viel größer ist als bei VWL-Studenten. Durch die Residuen (Tabelle A-36 bis A-38) zeigt sich, dass bei BWL-Studenten der Fachbe-

griff-Fehler typisch für die Unterthemen *Graphische Darstellung der Häufigkeiten oder der Verteilungsfunktion* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*) und *Überprüfung von (Un-)Abhängigkeit* (im Gebiet *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*) und bei VWL-Studenten für *Berechnung von kritischen Werten* (im Gebiet *Schätzverfahren*) ist. Der Fehlertyp *Keine Antwort* stellt sich als besonders häufig für BWL-Studenten in *Berechnung von Varianz, Erwartungswert oder MSE* (im Gebiet *Schätzverfahren*), *Interpretation* und *Berechnung von Parametern* (im Gebiet *Testtheorie*) und *Berechnung von Formelgliedern* (im Gebiet *Regressionsanalyse*) heraus. Dieser Fehler-typ erweist sich als typisch auch für VWL-Studenten in *Berechnung von Formelgliedern* (im Gebiet *Regressionsanalyse*). Auch *Unzutreffende Antwort* ist ein typischer Fehler für Studenten beider Studiengänge, für BWL-Studenten in *Berechnung von Wahrscheinlichkeiten* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*) und für VWL-Studenten in *Graphik der Gütefunktion* (im Gebiet *Testtheorie*).

Während der Zusammenhang zwischen *Fachbegriff-Fehler* und *Graphische Darstellung der Häufigkeiten oder der Verteilungsfunktion*, *Keine Antwort* und *Berechnung von Formelgliedern*, bzw. *Berechnung von Parametern* auf Beobachtungen aus nur einer Klausur basiert, wurden die restlichen ermittelten typischen Fehler basierend auf Beobachtungen aus mindestens zwei Klausuren errechnet, dadurch ist ihre Aussagekraft größer. Man kann daraus schließen, dass die Fehlertypen *Fachbegriff-Fehler* und *Unzutreffende Antwort* sowohl für BWL- als auch für VWL-Studenten typisch sind, aber in unterschiedlichen Gebieten: *Fachbegriff-Fehler* sind bei BWL-Studierenden im Gebiet *Zweidimensionalen Zufallsvariablen und Variablen* häufig, bei VWL-Studierenden im Gebiet *Schätzverfahren*. *Unzutreffende Antwort* tritt bei BWL-Studenten im Bereich *Zufallsvariablen und Variablen* häufig auf und bei VWL-Studenten im Bereich *Testtheorie*. Zudem besteht unter den BWL-Studenten auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen *Keine Antwort* und *Schätzverfahren*, bzw. *Testtheorie*.

Betrachtet man die deskriptiven Statistiken (Tabelle A-39) für die einzelnen Gebiete, getrennt nach BWL- und VWL-Studenten, so kann man leicht erkennen, dass im Allgemeinen VWL-Studierende im Durchschnitt besser abgeschnitten haben als BWL-Studierende. In allen Gebieten wurde im Durchschnitt mindestens 50 % jeder Aufgabe von VWL-Studenten richtig gelöst, während BWL-Studenten in sogar vier Gebieten (*Verteilungsmodelle*, *Schätzverfahren*, *Zeitreihenanalyse* und *Theoriefragen*) die 50 % -

Marke nicht erreicht haben. Nur im Gebiet *Stichprobentheorie* haben BWL-Studierende bessere Ergebnisse erzielt als VWL-Studierende, und in nur zwei anderen Gebieten (*Zufallsvariablen und Variablen* und *Regressionsanalyse*) haben sie ähnlich abgeschnitten. In allen anderen Bereichen waren die Klausuren von VWL-Studenten deutlich besser. Auch bei der Aufteilung in BWL- und VWL- Studenten zeigt sich, dass bei beiden Studiengängen das Gebiet mit den besten Ergebnissen *Wahrscheinlichkeitstheorie* ist und große Schwierigkeiten bei den *Theoriefragen* zu verzeichnen sind; das gleiche Ergebnis ergibt sich bei der Aufteilung nach Geschlecht.

4.2.3 Unterschiede in den Fehlertypen zwischen drei Klausurgruppen

Nachfolgend wird die Analyse für drei Klausurgruppen²¹ durchgeführt; die Klausuren werden nach dem in der Klausur erreichten Prozentsatz in drei Gruppen aufgeteilt: Die erste Gruppe umfasst die „guten Klausuren“, bei denen mindestens 70 % der Aufgaben richtig gelöst wurden, in die zweite gelangen „mittelmäßige Klausuren“, bei denen zwischen 40 und 70 % der Klausuraufgaben richtig gelöst wurden und in die dritte „schlechte Klausuren“, bei denen weniger als 40 % der Aufgaben richtig gelöst wurden. Es ergeben sich somit zwei etwas kleinere Gruppen, die der „guten“ bzw. „schlechten“ Klausuren mit 31 bzw. 25 Arbeiten und eine größere Gruppe mit 60 „mittelmäßigen“ Klausuren.

Die Durchführung des χ^2 -Unabhängigkeitstests (Tabelle A-40) ergibt Zusammenhänge zwischen folgenden Fehlertypen und Gebieten:

- *Fachbegriff-Fehler* und *Zufallsvariablen und Variablen* bei der „guten“ und „mittelmäßigen“ Gruppe, zusätzlich *Fachbegriff-Fehler* und *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* bei der „guten“ und „schlechten“ Gruppe, *Fachbegriff-Fehler* und *Wahrscheinlichkeitstheorie* bzw. *Verteilungsmodelle* bei der „mittelmäßigen Gruppe“ bzw. bei der „schlechten Gruppe“;
- *Falscher Wert ohne Lösungsweg* und *Zufallsvariablen und Variablen* bei der „mittelmäßigen“ Gruppe;

²¹ Es handelt sich um Gruppen von guten, mittelmäßigen und schlechten Klausuren, und nicht Studenten; da möglicherweise ein Student z.B. Statistik I sehr gut geschrieben hat aber Statistik II mittelmäßig, dadurch wurde die Statistik I Klausur in die Gruppe der guten Klausuren fallen und die Statistik II Klausur in die Gruppe der mittelmäßigen. Der Student würde daher einmal der guten Gruppe und einmal der mittelmäßigen Gruppe gehören, insofern kann man nicht von Gruppen von guten, mittelmäßigen und schlechten Studenten reden.

- *Keine Antwort* und *Testtheorie* bei der „mittelmäßigen“ und bei der „schlechten“ Gruppe, sowie bei der „mittelmäßigen Gruppe“ auch *Keine Antwort* und *Regressionstheorie* und *Verteilungsmodelle*, und bei der „schlechten“ Gruppe *Keine Antwort* und *Schätzverfahren*;
- *Unzutreffende Antwort* und *Zufallsvariablen und Variablen* und *Testtheorie* bei der „mittelmäßigen“;
- *Folgefehler* und *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* bei der „schlechten“ Gruppe.

Gruppen- zugehörigkeit	Fehlertyp	Gebiet													
		Wahrscheinlichkeitstheorie		Zufallsvariablen und Variablen		Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen		Verteilungsmodelle		Schätzverfahren		Testtheorie		Regressionsanalyse	
		CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK	CV	KK
Gute Gruppe	Fachbegriff- Fehler			0,401	0,372	0,446	0,407								
Mittelmäßige Gruppe	Fachbegriff- Fehler	0,283	0,272	0,542	0,477										
	Falscher Wert ohne Lösungsweg			0,362	0,340										
	Keine Antwort							0,377	0,353			0,352	0,332	0,652	0,546
	Unzutreffende Lösung			0,408	0,378							0,415	0,383		
Schlechte Gruppe	Fachbegriff- Fehler					0,498	0,446	0,592	0,509						
	Keine Antwort									0,487	0,438	0,462	0,420		
	Folgefehler					0,548	0,481								

Tabelle 5: Signifikante Zusammenhangsmaße, nach Gruppenzugehörigkeit

Sehr starke Abhängigkeit (Cramer's V größer als 0,5; Tabelle 5) besteht bei der „mittelmäßigen“ Gruppe zwischen *Keine Antwort* und *Regressionsanalyse* und zwischen *Fachbegriff-Fehler* und *Zufallsvariablen und Variablen*, bei der „schlechten „ Gruppe zwischen *Folgefehler* und *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*. Der Zusammenhang zwischen den restlichen oben aufgezählten Variablenkombinationen ist mittelstark und der Wert von Cramer's V schwankt zwischen 0,498 und 0,283; letzterer tritt zwischen *Fachbegriff-Fehler* und *Wahrscheinlichkeitstheorie*, bei der „mittelmäßigen“ Gruppe auf. Aus der Betrachtung der Residuen (Tabelle A-41 bis A-45) ist ersichtlich, dass *Fachbegriff-Fehler* in der „guten“ und „mittelmäßigen“ Gruppe für *Berechnung von Wahrscheinlichkeiten* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*), in der „guten“ Gruppe auch für *Bestimmung von Zusammenhangsmaßen* (im Gebiet *Zweidimen-*

sionale Zufallsvariablen und Variablen) und in der „mittelmäßigen“ Gruppe für *Graphische Darstellung von Häufigkeiten oder der Verteilungsfunktion* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*) typisch ist. *Fachbegriff-Fehler* ist in der „schlechten“ Gruppe für *Berechnung von Parametern* (im Gebiet *Verteilungsmodelle*) typisch. *Falscher Wert ohne Lösungsweg* ist charakteristisch für *Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*) in der „mittelmäßigen“ Gruppe. Außerdem ist *Keine Antwort* typisch für *Berechnung von Formelgliedern* (im Gebiet *Regressionsanalyse*) und für *Intervallberechnung* (im Gebiet *Verteilungsmodelle*), *Bestimmung von kritischen Werten* und *Interpretation* (im Gebiet *Testtheorie*), bei „mittelmäßigen“ Klausuren und für *Interpretation* (im Gebiet *Testtheorie*) bei „schlechten“ Klausuren. *Unzutreffende Antwort* tritt sehr häufig bei *Berechnung von Wahrscheinlichkeiten* (im Gebiet *Zufallsvariablen und Variablen*) und bei *Graphik der Gütefunktion* (im Gebiet *Testtheorie*) unter „mittelmäßigen“ Klausuren auf. Schließlich taucht *Folgefehler* besonders oft bei *Berechnung von Erwartungswert und Varianz* (im Gebiet *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen*) bei der „schlechten“ Gruppe auf.

Die ermittelten Zusammenhänge ergeben sich aus Beobachtungen aus mindestens zwei unterschiedlichen Klausuren, mit Ausnahme von *Fachbegriff-Fehler* und *Graphische Darstellung von Häufigkeiten oder der Verteilungsfunktion* und *Keine Antwort* und *Berechnung von Formelgliedern*, die auf Beobachtungen aus einer einzelnen Klausur basieren. Aus diesen Ergebnissen sollte man allerdings nicht darauf schließen, dass die Gebiete, in denen typische Fehler ermittelt wurden, als besonders schwierig empfunden wurden oder schlecht abgeschnitten haben. Man kann nämlich sofort aus den deskriptiven Statistiken (Tabelle A-46) für die drei Gruppen erkennen, dass in der „guten“ Gruppe *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und *Zufallsvariablen und Variablen* ganz gut abgeschnitten haben. In der „mittelmäßigen“ Gruppe sieht es ähnlich aus: nur *Verteilungsmodelle* hat tatsächlich am schlechtesten abgeschnitten, während die anderen Gebiete ganz gute Anteilswerte von richtig gelösten Aufgaben verzeichnet haben. In der „schlechten“ Gruppe zählen hingegen *Wahrscheinlichkeitstheorie* (in diesem Gebiet wurden im Durchschnitt sogar bessere Ergebnisse erreicht als in der „mittelmäßigen“ Gruppe), *Testtheorie* und *Regressionsanalyse* zu den Gebieten, in denen durchschnittlich die höchsten Punktzahlen erreicht wurden; zu den schlechtesten gehören *Stichprobentheorie*, *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und

Verteilungsmodelle. Erwähnenswert ist es auch, dass in der dritten Gruppe nur im Gebiet *Wahrscheinlichkeitstheorie* durchschnittlich mehr als 50 % der Aufgaben richtig gelöst wurden, in allen anderen Gebieten wurde nicht einmal die 40 % -Marke erreicht.

Aus den vorgestellten Ergebnissen kann man darauf schließen, dass die Fehlertypen *Fachbegriff-Fehler*, *Unzutreffende Antwort* und *Keine Antwort* bei den drei unterschiedlichen Betrachtungen mehrmals als typische Fehler aufgetreten sind. Die Gebiete in denen am häufigsten ein Zusammenhang ermittelt wurde, sind *Zufallsvariablen und Variablen*, *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und *Testtheorie*. Auffällig ist es, dass sogar bei der „guten“ und „mittelmäßigen“ Gruppe *Fachbegriff-Fehler*, *Unzutreffende Antwort* und *Keine Antwort* als typischer Fehler für *Zufallsvariablen und Variablen* auftreten; vermutlich ist dieses Gebiet den Studenten im Allgemeinen nicht ganz klar, dabei scheint besonders die *Berechnung von Wahrscheinlichkeiten* den Studierenden ziemlich unverständlich zu sein. Auch *Testtheorie* tritt mehrmals vor als typisches Gebiet für Fehler (*Keine Antwort* und *Unzutreffende Antwort*) auf, auch dieses scheint für die Studierenden ein schwieriges Thema zu sein. Die oft abgefragte Gütefunktion wurde z.B. mit der Verteilungsfunktion verwechselt, sie wurde nur berechnet oder die Aufgabe wurde gar unbeantwortet gelassen.

4.3 Zusammenhang zwischen Klausurnote und Fehlertypen

Im Folgenden wird kurz auf den Einfluss der Fehlertypen auf die Klausurnote eingegangen. Da die Klausurnoten aufgrund ihrer wenigen Ausprägungen (insgesamt 11 mögliche unterschiedliche Noten) nicht die Vielfalt der Klausurergebnisse genau wiedergeben können, wird anstatt der Klausurnoten der in der Klausur erreichte Prozentsatz betrachtet. Es handelt sich somit um eine metrisch skalierte Variable, während es sich bei den einzelnen Fehlertypen um nominal skalierte Variablen handelt. Auf Grund der Skalierung beider Variablen kann der Zusammenhang mittels des Eta-Koeffizienten berechnet werden. Bei gleichzeitiger Betrachtung aller Klausuren ist der einzige Fehlertyp, der einen wenngleich nur schwachen Zusammenhang mit dem in der Klausur erreichten Prozentsatz aufweist, der Fehlertyp *Keine Antwort* (Tabelle A-47). Bei Kenntnis der Ausprägung der Variable *Keine Antwort* kann der Vorhersagefehler für die Variable „Klausurnote“ um 11,76 % verringert werden. Teilt man die Daten in Statistik I und Statistik II auf, so sind keine großen Unterschiede weder zur Gesamtbetrachtung noch zwischen Statistik I und II zu erkennen.

4.4 Lineare Regressionsanalyse

In diesem Kapitel wird eine Regressionsanalyse durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen dem Fehleranteil (getrennt nach den 9 Fehlertypen) und dem in der Klausur erreichten Prozentsatz zu ermitteln. Für jeden Studierenden werden diese Häufigkeiten ermittelt, indem die absolute Häufigkeit eines jeden Fehlertyps (getrennt nach Statistik I und Statistik II Klausur) aufsummiert wird und durch die maximale Häufigkeit dividiert wird, mit der der jeweilige Fehlertyp insgesamt in der Klausur auftreten konnte. Die maximale Häufigkeit wird für jeden Fehlertyp und für jedes Semester und jeden Klausurtermin ermittelt, da sie von Aufgaben- bzw. Fragentyp und –anzahl abhängt. In der Statistik I Klausur vom SoSe 2005, 1. Termin, betragen beispielsweise die absoluten Häufigkeiten 14, 12, 13 und 8; d.h. in der untersuchten Klausur konnte man maximal 14 Mal ein *Fachbegriff-Fehler* machen oder *keine Antwort* geben. Eine *Unvollständige Lösung*, *Ungenau Lösung* oder *Unzutreffende Antwort* konnte maximal 12 Mal auftreten. Man konnte maximal 13 Mal ein *Rechenfehler* oder ein *mathematischer Fehler* machen, ein *falscher Wert ohne Lösungsweg* schreiben oder etwas in eine Formel falsch einsetzen und höchstens 8 Mal konnte ein *Folgefehler* auftreten. Die Unterschiede in den maximalen Häufigkeiten ergeben sich aus der unterschiedlicher Natur der Fehlertypen, logischerweise kann ein *Rechenfehler* nur bei Aufgaben auftreten, die irgendeine Berechnung erfordern, während alle Aufgabentypen bis auf Wahr-Falsch- und Multiple-Choice-Fragen unvollständig oder ungenau gelöst werden können.

Bei der abhängigen Variable und den neun unabhängigen Variablen handelt es sich um metrisch skalierte Variablen, wodurch die Verwendung der linearen Regressionsmethode gerechtfertigt ist; das Regressionsmodell besteht daher aus einer abhängigen Variable und 9 unabhängigen Variablen. Bei der Ermittlung der Regressionsgeraden wird die “Einschluss-Methode“ verwendet, da ausschließlich der Einfluss dieser 9 Variablen und zwar aller 9 untersucht werden soll.

In das Regressionsmodell werden von SPSS alle 9 Variablen mit einbezogen (Tabelle 6) und daraus ergibt sich ein R^2 von 0,803 und ein korrigiertes R^2 von 0,786. Da in diesem Fall nicht unterschiedliche Regressionsgeraden miteinander verglichen werden, wird R^2 betrachtet. Der Wert von 0,803 besagt, dass 80,3 % der Varianz der abhängigen Variable durch das Modell erklärt wird. Es handelt sich somit um ein gutes Modell. Die Unter-

suchung der Güte der Regressionsfunktion durch den F-Test (Tabelle A-48) ergibt, dass der durch die Regressionsfunktion dargestellte Zusammenhang signifikant ist.

Modellzusammenfassung ^b				
Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,896 ^a	,803	,786	,09754

a. Einflußvariablen : (Konstante), % Rechenfehler/ mathematischer Fehler, % Unzutreffende Antwort, % Unvollständige Antwort, % Ungenaue Antwort, % Folgefehler, % Keine Antwort, % Falscher Wert ohne Lösungsweg, % Falsches Einsetzen, % Fachbegriff-Fehler

b. Abhängige Variable: in der Klausur erreichter Prozentsatz

Tabelle 6: Bestimmtheitsmaß für die Regressionsanalyse

In Tabelle 6 fällt auf, dass alle Regressionskoeffizienten außer der für *Ungenaue Lösung* ein negatives Vorzeichen besitzen. Das deutet darauf hin, dass sie bei marginaler Erhöhung einen negativen Einfluss auf die abhängige Variable ausüben. Wie es zu erwarten ist, sinkt mit einem ansteigenden Anteil an Fehlern der in der Klausur erreichte Prozentsatz, d.h. der Anteil an richtig gelösten Aufgaben, bzw. die in der Klausur erreichte Punktzahl. Eine Erklärung, warum dies bei *Ungenaue Lösung* nicht der Fall zu sein scheint, könnte sein, dass eine ungenaue Lösung zwar keine vollständig korrekte Lösung ist, aber sie enthält zumindest teilweise richtige Angaben, aber möglicherweise nicht alle angeforderten Informationen oder nicht detailliert genug. Aus der Betrachtung der Regressionskoeffizienten ist erkennbar, dass *Keine Antwort* den größten negativen Einfluss ausübt, in absteigender Reihenfolge folgen *Unvollständige Lösung*, *Fachbegriff-Fehler*, *Folgefehler*, *Unzutreffende Antwort* und *Falscher Wert ohne Lösungsweg*.²² Der Regressionskoeffizient b_3 z.B. besagt, dass der in der Klausur erreichte Prozentsatz um 0,895 % bei Erhöhung des Anteils des Fehlertypen *Keine Antwort* um 1 % sinkt. Die Ergebnisse des oben erwähnten F-Tests implizieren nicht, dass auch die einzelnen unabhängigen Variablen signifikant sind; das wird durch einen t-Test (Tabelle 7) geprüft: alle Regressionskoeffizienten außer die Koeffizienten für Variablen *Rechenfehler/ mathematischer Fehler* und *Falsches Einsetzen* sind signifikant.

²² Die Fehlertypen Rechenfehler/ mathematischer Fehler und Falsches Einsetzen werden nicht betrachtet, da sie nicht signifikant sind.

Koeffizienten ^a								
Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.	Kollinearitätsstatistik	
		Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta			Toleranz	VIF
1	(Konstante)	,910	,024		38,676	,000		
	% Fachbegriff-Fehler	-,589	,058	-,472	-10,103	,000	,851	1,175
	% Falscher Wert ohne Lösungsweg	-,367	,166	-,100	-2,210	,029	,909	1,100
	% Keine Antwort	-,895	,054	-,742	-16,556	,000	,926	1,079
	% Unvollständige Antwort	-,641	,135	-,207	-4,736	,000	,971	1,030
	% Ungenaue Antwort	,660	,220	,135	3,001	,003	,915	1,093
	% Falsches Einsetzen	-,178	,309	-,026	-,576	,566	,888	1,126
	% Unzutreffende Antwort	-,421	,180	-,108	-2,340	,021	,881	1,135
	% Folgefehler	-,496	,116	-,193	-4,275	,000	,911	1,098
	% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	-,137	,092	-,066	-1,488	,140	,940	1,063

a. Abhängige Variable: in der Klausur erreichter Prozentsatz

Tabelle 7: Regressionskoeffizienten, Signifikanz und Kollinearitätsstatistik

Die vorgestellten Ergebnisse sind nur bei Erfüllung der für die Regressionsanalyse angeforderten Voraussetzungen gültig; nachfolgend wird kurz auf Homoskedastizität, Autokorrelation, Normalverteilung und Multikollinearität eingegangen. Zur Aufdeckung von Heteroskedastizität und Autokorrelation wird ein Streudiagramm (Abbildung 2) verwendet, das auf der Y-Achse die standardisierten Residuen und auf der X-Achse die standardisierten geschätzten Werte hat: Da kein Muster in den Residuen zu erkennen ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Prämissen von Homoskedastizität und Abwesenheit von Autokorrelation nicht verletzt sind. Weiterhin kann man die Voraussetzungen bezüglich der Residuen anhand der fallweisen Diagnose (Tabelle A-49) prüfen: Zwei Residuen liegen außerhalb des Intervalls ± 2 , somit kann man nicht ausschließen, dass die Prämissen eventuell verletzt sind.²³

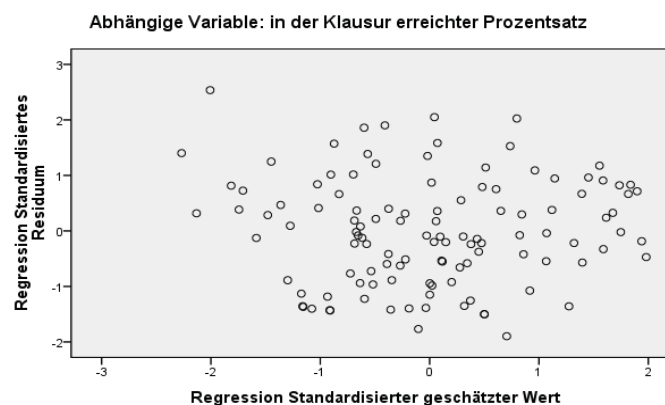


Abbildung 2: Streudiagramm zur Prüfung der Residuen

²³ Vgl. Backhaus et al., 2003, S. 84-91; 97-104.

Das Histogramm der Residuen mit der Normalverteilungskurve (Abbildung 3) deutet darauf hin, dass die Residuen nicht normalverteilt sind, da große Abweichungen vor allem bei Werte um -1,5 und 0 zu erkennen sind. Auch das Normalverteilungsplot (Abbildung 4) lässt vermuten, dass die Residuen keine Normalverteilung folgen, da bei Normalverteilung die Residuen auf der Geraden liegen würden.²⁴

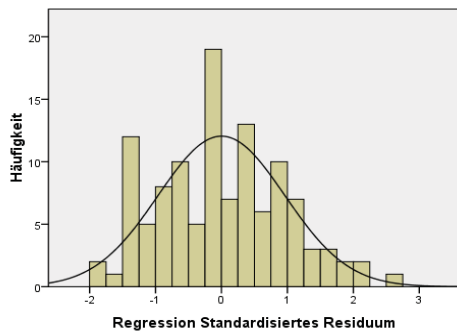


Abbildung 3: Histogramm

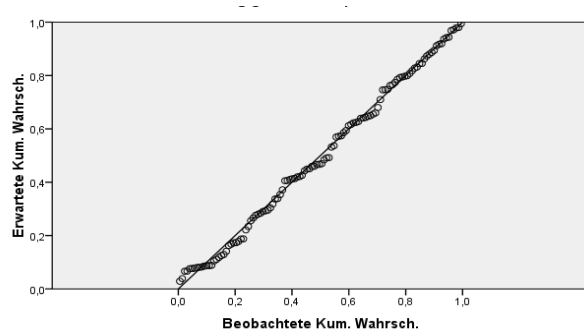


Abbildung 4: Normalverteilungsplot der Residuen

Zur Überprüfung der Verteilung der Residuen wird der Kolmogoroff-Smirnoff-Test (Tabelle A-50) herangezogen, damit wird die Nullhypothese geprüft, dass die Stichprobe die Normalverteilung folgt. Da der Signifikanzwert größer als 5 % ist, wird die Nullhypothese verworfen; die standardisierten Residuen folgen keine Normalverteilung.²⁵ Da die Annahme über die Verteilung der Residuen nicht erfüllt ist, sind möglicherweise die Ergebnisse der durchgeführten Signifikanztests nicht immer gültig.²⁶

Nun bleibt zu überprüfen, dass keine Multikollinearität zwischen den unabhängigen Variablen herrscht. Das erfolgt zunächst durch die Korrelationsmatrix (Tabelle A-51): es gibt keine Werte nahe Eins, daher kann man starke Korrelationen zwischen den unabhängigen Variablen ausschließen. Da man aber aus der Abwesenheit von starken Korrelationen nicht auf Abwesenheit von Multikollinearität schließen kann, werden zusätzlich die Toleranzen und die Variance Inflation Factors (Tabelle 7) betrachtet, auch diese aber lassen keine Spuren von Multikollinearität erkennen.²⁷

²⁴ Vgl. Brosius, 2008, S. 570-573.

²⁵ Vgl. Sachs, 2009, S. 472-474.

²⁶ Vgl. Backhaus et al., 2003, S. 92.

²⁷ Vgl. Sachs, 2009, S. 659 f.

Das gewählte Regressionsmodell erweist sich somit als gutes Modell zur Erklärung des Zusammenhangs zwischen in der Klausur erreichtem Prozentsatz und Anteilen der Fehlertypen: der größte Einfluss wird von den Fehlertypen *Keine Antwort*, *Unvollständige Lösung* und *Fachbegriff-Fehler* ausgeübt, während *Ungenau Lösung* der einzige Fehlertyp ist, der „positiv“ zum erreichten Prozentsatz und daher auch zur Note beiträgt.

4.5 Hierarchische Clusteranalyse

Für die Bildung von Gruppen von Studierenden mit ähnlichen Fehlertypen wird die Clusteranalyse mit dem Ward-Verfahren angewendet. Dabei werden, genauso wie bei der Regressionsanalyse, als Variablen die einzelnen relativen Häufigkeiten verwendet, wie bei der Regressionsanalyse. Die Clusteranalyse wird getrennt für Statistik I und Statistik II durchgeführt. Da die Ward-Methode zuerst jedes einzelne Objekt als ein Cluster betrachtet und sie zusammenfasst, bis sich alle in einem einzigen Cluster befinden, wird die geeignete Anzahl an Clustern mit Hilfe des Dendrogramms und der Fehlerquadratsumme ermittelt.

4.5.1 Ergebnisse der Clusteranalyse für die Statistik I Klausuren

Betrachtet man bei der Gruppenbildung für die Klausuren zu Statistik I als Heterogenitätsmaß (Tabelle A-52) den Koeffizienten, der die Entwicklung der Fehlerquadratsumme darstellt, so erkennt man, dass er erst im 55. Schritt verhältnismäßig groß wird. Das führt zu einer 3-Cluster-Lösung, die vom Dendrogramm (Abbildung 5) bestätigt wird. Im Dendrogramm ist bei der Bildung des drittletzten Clusters ein größerer Sprung zu erkennen. Dies deutet auf eine rasche Entwicklung der Fehlerquadratsumme nach oben hin, also auf eine schnelle Erhöhung des Heterogenitätsmaßes.

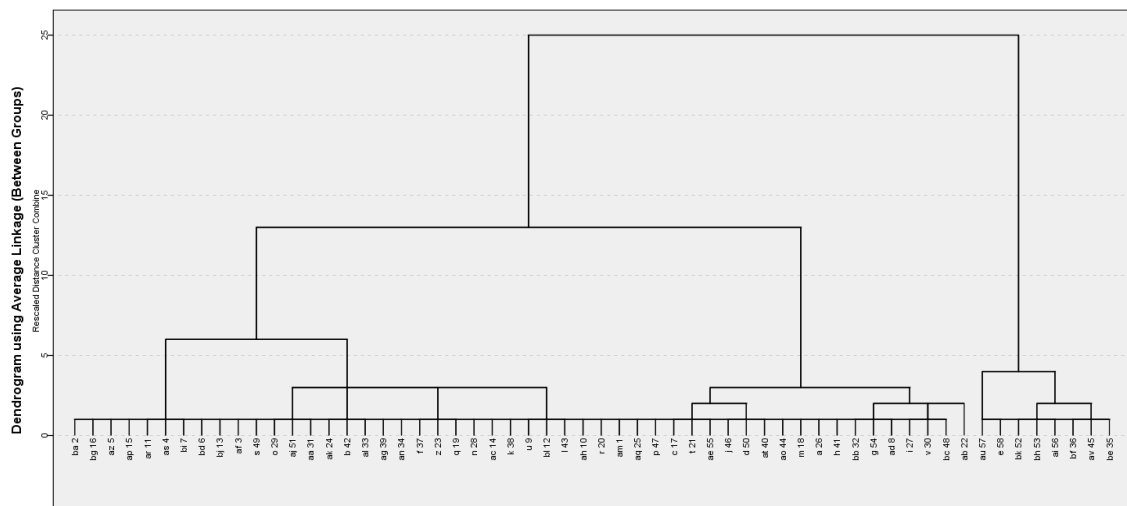


Abbildung 5: Dendrogramm für das Ward-Verfahren - Statistik I Klausuren

Die vier Cluster umfassen 17, 33 bzw. 8 Studierende. Die teilweise hohen Werte des F-Testes (Tabelle A-53) zeigen, dass die Cluster relativ heterogen sind, die dritte, aus acht Studierenden bestehende Gruppe ist durch den höchsten Homogenitätsgrad gekennzeichnet, nur bezüglich der Variable Folgefehler ist sie heterogener als in der Erhebungsgesamtheit.²⁸ Sehr heterogen erweisen sich die ersten zwei Gruppen, die 17 bzw. 33 Studierende umfassen. In diesen Gruppen besteht höhere Heterogenität bezüglich vier Variablen: im ersten Cluster handelt es sich um die Fehlertypen *Ungenaue Lösung*, *Falsches Einsetzen*, *Unzutreffende Antwort* und *Folgefehler*; im zweiten Cluster handelt es sich um die Variablen *Falscher Wert ohne Lösungsweg*, *Unvollständige Lösung*, *Ungenaue Lösung* und *Rechenfehler/ mathematischer Fehler*. Man kann daraus schließen, dass die gebildeten Cluster in sich ziemlich heterogen sind.

Der erste Cluster (Tabellen A-54 bis A-56) besteht zu 64,7 % aus Frauen, es handelt sich vor allem um BWL-Studierende (52,9 %). 41,2 % der Studenten aus diesem Cluster haben Statistik I im Sommersemester 2005 zum ersten Termin geschrieben. Diese Studierenden haben im Durchschnitt etwa 50 % der Klausuraufgaben richtig gelöst, wobei der Beste sogar 72 % und der Schlechteste nur 21 % richtig gelöst hat. Im zweiten Cluster sind Frauen und Männer ungefähr gleich vertreten (mit 54,5 % bzw. 45,5 %), die meisten Klausuren (54,5 %) wurden von BWL-Studierenden geschrieben, aber auch die Studiengänge VWL (39,4 %) und Wirtschaftspädagogik (3,0 %) sind vertreten. In dieser Gruppe stammen die Klausuren aus allen sechs Terminen, am seltensten ver-

²⁸ Vgl. Backhaus et al., 2003, S. 533-535.

treten ist der erste Termin vom Sommersemester 2005 (mit 9,1 %) und am häufigsten der erste Termin vom Sommersemester 2007 (mit 27,3 %). Die Studierenden dieses Clusters haben im Schnitt deutlich besser abgeschnitten, als die der anderen Cluster: Sie konnten im Schnitt knapp 70 % der Aufgaben richtig lösen. Allerdings ist die Streuung in diesem Cluster auch am höchsten, es handelt sich somit um den Cluster mit den größten Unterschieden. In diesem Cluster liegt auch der Student mit der maximal erreichten Punktzahl (er war in der Lage, 98 % der Klausurpunkte zu erreichen). Die niedrigste Rate liegt bei 22 %. Im dritten Cluster sind vor allem BWL-Studierende (37,5 %) und vor allem Frauen (75 %) vorzufinden. Es sind keine Studierenden vorhanden, die im Sommersemester 2005 zum zweiten Termin oder im Sommersemester 2006 zum ersten Termin geschrieben haben. Durchschnittlich wurden 31,61 % der Klausurpunkte erreicht, wobei das Minimum bei 22 % und das Maximum bei 42 % liegen. Man kann daraus schließen, dass die zweite Gruppe durchschnittlich gute Leistungen erbracht hat, die erste mittelmäßige Leistungen erbracht hat, während die dritte Gruppe am schlechtesten abgeschnitten hat und keinen einzigen Studenten enthält, der 50 % der Klausurpunkte erreicht hat.

Betrachtet man in den drei Clustern die deskriptive Statistik (Tabellen A-57 bis A-59) für die einzelnen Fehlertypen, so erkennt man, dass die erste Gruppe durchschnittlich vor allem *Fachbegriff-Fehler* gemacht hat und hierbei deutlich höher liegt als der globale Durchschnitt (bei Betrachtung von allen drei Gruppen zusammen). Relativ oft sind auch die Fehlertypen *Folgefehler* und *Unvollständige Lösung* aufgetreten. Die Studierenden dieser Gruppe machen die anderen Fehlertypen mit einer durchschnittlichen Häufigkeit, die zwischen ungefähr 1,5 und 5,0 % liegt. Auch unter den Studenten des zweiten Clusters werden am meisten *Fachbegriff-Fehler* gemacht, am seltensten werden Zahlen in die Formel falsch eingesetzt und Fragen ungenau beantwortet. Schließlich fällt die dritte und letzte Gruppe durch den Fehlertypen *Keine Antwort* auf, der mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von etwa 53 % auftritt, während die Fehlertypen *Ungenaue Lösung* und *Falsches Einsetzen* in dieser Gruppe nie auftreten. Ziemlich selten waren auch *Unvollständige Lösung* und *Rechenfehler/ mathematische Fehler*. Dies deutet aber nicht darauf hin, dass diese Studierende besonders genau sind, oder keine Folge- und Rechenfehler machen, sondern hängt damit zusammen, dass viele Felder ein-

fach leer gelassen wurden und somit natürlich keine andere Fehlertypen auftreten können.

4.5.2 Ergebnisse der Clusteranalyse für Statistik II Klausuren

Für die Statistik II Klausuren ergeben sich als optimale Clusteranzahl drei Cluster mit jeweils 14, 37 und 7 Studierenden; bei dieser Anzahl befindet sich nämlich die eigentlich große Sprungstelle beim Heterogenitätskoeffizienten (Tabelle A-60), dies ist auch im Dendrogramm erkennbar.

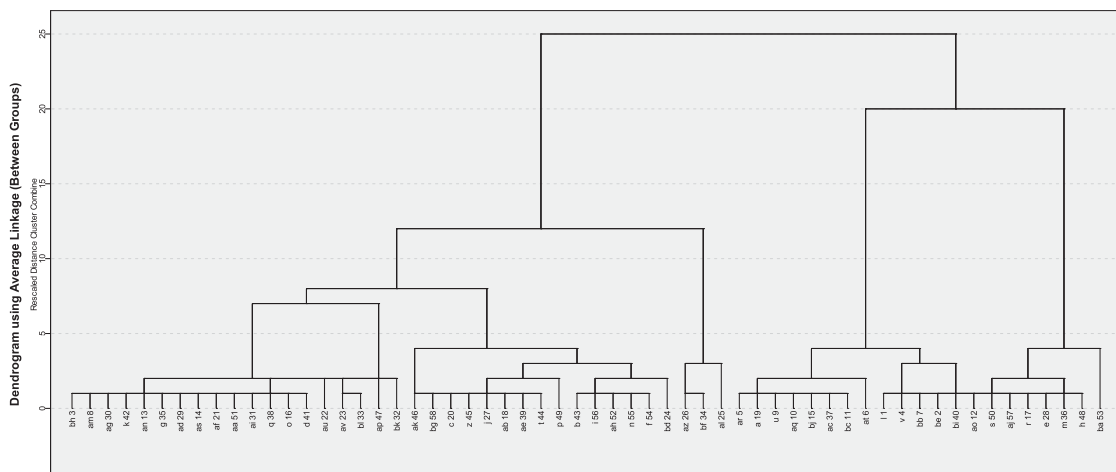


Abbildung 6: Dendrogramm für das Ward-Verfahren – Statistik II Klausuren

Betrachtet man die F-Werte (Tabelle A-61) für die drei Gruppen, kann man sofort erkennen, dass die dritte Gruppe am homogensten ist und nur bei den Fehlertypen *Falscher Wert ohne Lösungsweg* und *Keine Antwort* einen hohen Heterogenitätsgrad aufweist. Die erste und zweite Gruppe hingegen weisen bei drei bzw. vier Fehlertypen hohe F-Werte auf. Bei der ersten Gruppe liegt ein hoher Heterogenitätsgrad bei den Fehlertypen *Unvollständige Lösung*, *Ungenau Lösung* und *Falsches Einsetzen* vor. Beim zweiten Cluster verzeichnen die Fehlertypen *Falscher Wert ohne Lösungsweg*, *Unzutreffende Antwort*, *Folgefehler* und *Rechenfehler/mathematischer Fehler* eine größere Streuung als in der Erhebungsgesamtheit. Der erste Cluster (Tabellen A-62 bis A-64) zeichnet sich dadurch aus, dass er vorwiegend aus Statistik II Klausuren vom ersten Termin des Wintersemesters 2007/08 (42,9 %) besteht und dass er vor allem von Studentinnen (64,3 %) geschriebene Klausuren enthält. Die Studiengänge Betriebswirtschaftslehre und Volkswirtschaftslehre sind im Umfang von 50 bzw. 42,9 % repräsen-

tiert. Im Durchschnitt konnten die 14 Studierenden aus dem ersten Cluster 80 % der Klausuraufgaben richtig lösen, sogar alle 14 haben mindestens 50 % der Klausurpunkte erreicht und der Beste konnte sogar 98 % erreichen. Der zweite Cluster umfasst Klausuren, die zu allen Terminen in den drei untersuchten Jahren geschrieben wurden, wobei der erste Termin vom Wintersemester 2006/07 und vom Wintersemester 2007/08 am meisten repräsentiert ist. 56,8 % der Klausuren wurden von Frauen geschrieben. Auch dieser Cluster wird von Klausuren von BWL-Studierenden (51,4 %) dominiert. Durchschnittlich wurde 46,57 % der Aufgaben richtig gelöst, wobei der niedrigste Wert bei 20 % und der höchste bei 76 % liegt. Der dritte Cluster besteht aus nur 7 Klausuren, die in allen untersuchten Semestern außer im Wintersemester 2006/07 zum ersten Termin und 2007/08 zum zweiten Termin geschrieben wurden. Fünf der sieben Klausuren (71,4 %) wurden von Frauen geschrieben und der meistrepräsentierte Studiengang ist Betriebswirtschaftslehre mit 57,1 % der Klausuren. Der durchschnittliche Anteil der richtig gelösten Aufgaben liegt bei 35,14 %, wobei in der schlechtesten Klausur nur 18 % und in der besten nur 54 % der Aufgaben richtig gelöst wurden. Somit ist die dritte Gruppe die schlechteste, während die erste am besten abgeschnitten hat.

Im ersten Cluster (Tabellen A-65 bis A-67) wird im Durchschnitt am häufigsten der *Fachbegriff-Fehler* mit einer relativen Häufigkeit von 13,76 % gemacht; relativ häufig treten auch die Fehlertypen *Rechenfehler/ mathematischer Fehler* (8,57 %), *Unvollständige Lösung* (5,61 %) auf. Kein einziges Mal wurde eine unzutreffende Antwort geschrieben. Im zweiten Cluster wurde am häufigsten, auch im Vergleich zu den anderen zwei Cluster, der *Fachbegriff-Fehler* gemacht, ziemlich oft sind auch die Fehlertypen *Keine Antwort* und *Rechenfehler/ mathematischer Fehler* aufgetreten. Der einzige Fehler, der nie gemacht wurde, ist *Falsches Einsetzen*. Schließlich zeichnet sich der dritte Cluster durch den Fehlertypen *Keine Antwort* aus, an zweiter und dritter Stelle liegen die Fehlertypen *Fachbegriff-Fehler* bzw. *Unvollständige Lösung* und *Rechenfehler/ mathematischer Fehler*. Hingegen kamen die Fehlertypen *Ungenau Lösung* und *Falsches Einsetzen* nie vor. Auch in diesem Fall deutet der hohe Wert beim Fehlertypen *Keine Antwort* darauf hin, dass viele Aufgaben einfach nicht gelöst wurden und deswegen verhältnismäßig selten die anderen Fehlertypen gemacht wurden.

4.5.3 Vergleich der Cluster bei Statistik I und II

Wenn man die Clusterzugehörigkeit für die Statistik I und Statistik II Klausuren vergleicht, kann man leicht feststellen, dass ungefähr ein Drittel der Studierenden in den gleichen Cluster reinfallen: 7 Studierende gehören in beiden Fällen zum Cluster der Klausuren mit durchschnittlich guten Ergebnissen, 9 zum Cluster mit durchschnittlich mittelguten Ergebnissen und einer zum Cluster mit durchschnittlich schlechten Ergebnissen. 13 Studenten werden bei Statistik II einem besseren Cluster als bei Statistik I zugeordnet: 6 Studenten aus dem mittelguten Cluster werden bei Statistik II dem guten Cluster zugeordnet, 6 aus dem schlechten Cluster werden dem mittelguten Cluster zugeordnet und ein Student schafft es sogar vom schlechten ins gute Cluster. Etwas überraschend ist, dass für 28 Studierende sogar der umgekehrte Weg gilt: 22 aus dem guten Cluster bei Statistik I fallen bei Statistik II in den mittelguten Cluster, zwei aus dem mittelguten und sogar vier Studierenden aus dem guten Cluster fallen in den schlechten. Dieses Ergebnis ist allerdings nicht allzu überraschend, wenn man die Größe der Cluster betrachtet: nur der dritte, schlechte Cluster ist ungefähr gleich groß bei Statistik I und II, hingegen ist der mittelgute Cluster bei Statistik I (17 Studierende) ungefähr so groß wie der gute Cluster bei Statistik II (14 Studierende) und logischerweise sind der gute Cluster bei Statistik I (33 Studierende) und der mittelgute Cluster bei Statistik II (37 Studierende) ähnlich groß.

Durch einen χ^2 -Unabhängigkeitstest (Tabellen A-68 und A-69) wird überprüft, ob ein Zusammenhang zwischen den gefundenen Cluster für Statistik I und II und den Klausurterminen besteht. Im Falle von den Statistik I Klausuren weist der Signifikanzwert von 0,015 auf einen signifikanten Zusammenhang (Tabelle A-70) zwischen den Cluster und den Klausurterminen hin; Cramer's V liegt bei 0,430 und deutet somit auf einen mittelstarken Zusammenhang hin. Bei der Betrachtung der standardisierten Residuen fällt auf, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem ersten Cluster und dem ersten Termin vom Sommersemester 2005 und zwischen dem dritten Cluster und dem zweiten Termin vom Sommersemester 2007 besteht. Der Unabhängigkeitstest für die Statistik II Klausuren hingegen deutet darauf hin, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Klausurterminen und Cluster gibt.

5 Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen der angewendeten statistischen Methoden kann man schlussfolgern, dass ein Zusammenhang zwischen den Gebieten und Fehlertypen besteht und für bestimmte Gruppen von Studierenden typische Fehler in bestimmten Gebieten existieren. Allerdings beziehen sich diese Fehler meistens auf die Gebiete *Zufallsvariablen und Variablen*, *Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und *Testtheorie*. In den typischen Fehlern sind keine erheblichen Unterschiede zwischen Männern und Frauen zu verzeichnen. Dem durchschnittlichen Prozentsatz an richtig gelösten Aufgaben in den einzelnen Gebieten kann man jedoch entnehmen, dass im Durchschnitt Frauen schlechter abschneiden als Männer. Lediglich in zwei Gebieten (*Regressionsanalyse* und *Zeitreihenanalyse*) erreichen Frauen bessere Ergebnisse als Männer, in weiteren zwei Gebieten (*Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen* und *Theoriefragen*) sind die Leistungen ungefähr auf dem gleichen Niveau und in den restlichen sechs sind männliche Studenten deutlich besser. Es lässt sich vermuten, dass das Verständnis von Studentinnen für die Statistik erheblich geringer ist als das von männlichen Studenten.

Auch bei der Betrachtung der Unterschiede zwischen BWL- und VWL-Studenten sind keine großen Unterschiede in den typischen Fehlern vorhanden. Aus der Betrachtung des erreichten Prozentsatzes fällt allerdings sofort auf, dass BWL-Studenten in fast allen Bereichen weitaus schlechtere Ergebnisse erzielt haben als VWL-Studenten. Nur in den Gebieten *Zufallsvariablen und Variablen*, *Stichprobentheorie* und *Regressionsanalyse* wurde von Studenten der zwei Studiengänge ungefähr der gleiche Prozentsatz erreicht. Im Durchschnitt besonders schlecht in Vergleich zu VWL-Studierenden haben BWL-Studenten Aufgaben aus den Bereichen *Verteilungsmodelle*, *Schätzverfahren* und *Testtheorie* gelöst. Würde man getrennte Übungsgruppen für die zwei Studiengänge anbieten, so wäre es daher vermutlich sinnvoll, in der BWL-Gruppe diese drei Themen zu vertiefen, während bei VWL-Studierenden vor allem *Zeitreihenanalyse* (gefolgt von *Stichprobentheorie* und *Verteilungsmodelle*) im Fokus stehen sollte.

Weiterhin konnten die Studenten auf Grund ihres Fehlermusters drei unterschiedlichen Cluster, getrennt für Statistik I und II, zugeordnet werden: es haben sich somit sowohl für Statistik I als auch für Statistik II ein gutes, ein mittelmäßiges und schlechtes Cluster gebildet; die ersten beiden sind durch *Fachbegriff-Fehler* gekennzeichnet (bei Statistik I tritt im ersten Cluster auch der Fehlertyp *Unvollständige Lösung* häufig auf) und der

dritte Cluster vor allem durch den Fehlertypen *Keine Antwort*. Man könnte daher vermuten, dass gute Klausuren eher *Fachbegriff-Fehler* und unvollständige Antworten aber kaum leer gelassene Aufgaben enthalten und schlechte Klausuren vor allem durch die Abwesenheit von Antworten charakterisiert sind. Zudem wurde auch bewiesen, dass die Fehlertypen die am meisten die Note negativ beeinflussen, gerade *Keine Antwort* und *Unvollständige Lösung* sind.

Auf Grund der ermittelten Ergebnisse wäre es sinnvoll, eine zusätzliche Übung für BWL-Studierende anzubieten, in der im Allgemeinen auf die Themen aus Statistik I und II nochmal eingegangen wird und die besonders stark mit Schwierigkeiten behafteten Gebiete vertieft werden. Außerdem wäre es auch wichtig, sich nicht nur auf die Rechenaufgaben zu beschränken und auch auf einzelne Theoriefragen einzugehen. Wahrscheinlich hängen die eher schlechten Ergebnisse der Klausuren zu Statistik I und II auch mit der für die Übungen zur Verfügung stehenden Zeit zusammen. In den Übungen sollten nicht nur bestimmte Gebiete vertieft behandelt werden, sondern es sollten auch absolut mehr Übungen angeboten werden, etwa wöchentlich.

Literaturverzeichnis

Backhaus K., Erichson B., Plinke W., Weiber R.: Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1997.

Bohley, P.: Statistik: Einführendes Lehrbuch für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler, 5. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1992.

Bortz, J.: Statistik für Sozialwissenschaftler, 4. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1993.

Brosius, F.: SPSS 14: Das mitp-Standardwerk, 1. Auflage, Redline Verlag, Heidelberg, 2006.

Bühl, A.: SPSS 14: Einführung in die moderne Datenanalyse, 10., überarbeitete und erweiterte Auflage, Pearson Studium, München, 2006.

Dubben H., Beck-Bornholdt, H.: Mit an Wahrscheinlichkeit grenzender Sicherheit: Logisches Denken und Zufall, Rohwolt Verlag, Hamburg, 2005.

Eckstein, P., Angewandte Statistik mit SPSS: Praktische Einführung für Wirtschaftswissenschaftler, 6. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2008.

Everitt, S., Landau, S, Leese, M.: Cluster Analysis, 4. Auflage, Arnold Publishers, London, 2001.

Fahrmeir L., Künstler R., Pigeot I., Tutz G.: Statistik: Der Weg zur Datenanalyse, 4., verbesserte Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2003.

Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S.: Regression: Modelle, Methoden und Anwendungen, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007.

Hartung, J.: Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik, 10. Auflage, Oldenbourg Verlag, München, Wien, 1995.

Litz, H.: Statistische Methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 3. Auflage, Oldenbourg, München, Wien, 2003.

Polasek, W.: Schließende Statistik: Einführung in die Schätz- und Testtheorie für Wirtschaftswissenschaftler, Berlin, Heidelberg, 1997.

Rönz, B.: Skript - Computergestützte Statistik II, Institut für Statistik und Ökonometrie, Humboldt Universität zu Berlin, 2000.

Sachs, L.: Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R, 13. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009.

Anhang

Tabelle A - 1: Übersicht über Themen und Unterthemen in den Klausuren

Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Klausur
Wahrscheinlichkeitstheorie	Wahrscheinlichkeit nach Laplace	1,2,5
	Totale Wahrscheinlichkeit	1,4,6
	Bedingte Wahrscheinlichkeit	1,3,4,5,6
	Kombinatorik	2
Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	1,2,3,4,6
	Skalierung und Merkmal	2
	Graphische Darstellung der Häufigkeiten/ Verteilungsfunktion	2
	Berechnung von Häufigkeiten	2
	Berechnung der Dichtefunktion	4,6
	Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	4,6
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	4,5,6
	Linearkombination - Parameterberechnung	5
Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	3,4,5,6,7,8
	Wahrscheinlichkeitstabelle	4,5,7,8
	Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	4,7,8
	Erwartungswert und Varianz	5,6
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	8
Verteilungsmodelle	Graphik der Dichtefunktion	1
	Berechnung der Dichtefunktion	1
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten/Anteilen	2,3,4,5,6,9,12
	Bestimmung der Verteilung	2,3,5
	Berechnung von Parametern	2,5,9,12
	Intervallberechnung	6,9,12
Stichprobentheorie	Bestimmung der Art der Zufallsauswahl	1,2
	Berechnung der Varianz des Stichprobenmittelwertes/ Stichprobenanteilswertes	1,2
	Berechnung der Stichprobenvarianz/-mittelwert	11
	Berechnung von Schwankungsintervallen	11
Schätzverfahren	Berechnung von Varianz/Erwartungswert/MSE	8,10
	Bestimmung der Verteilungsform	7,9
	Berechnung von kritischen Werten	7,10
	Bestimmung vom Stichprobenumfang	7,10
	Bestimmung von ML-Schätzer/Funktion und Eigenschaften	8,9,10
Testtheorie	Hypothesenformulierung	7,8,9,10,11,12
	Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	7,9,10,11,12
	Bestimmung von kritischen Werten	7,8,10,11,12
	Interpretation	7,8,10,11,12
	Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	7,8,9
	Testentscheidung	7,8,9
	Graphik der Gütefunktion	7,8
	Berechnung von Parametern	8
Regressionsanalyse	Berechnung der Parameter der Regressionsgerade	7,8,10,11,12
	Berechnung des Bestimmtheitsmaßes	7,8,10,11,12
	Berechnung von Formelgliedern	8,10,11,12
Zeitreihenanalyse	Berechnung von Vorhersagen	7
	Berechnung der Güte	9
Theoriefragen zu unterschiedlichen Themen		1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12

1= SoSe 2005 1. Termin; 2= SoSe 2005 2. Termin; 3= SoSe 2006 1. Termin; 4= SoSe 2006 2. Termin; 5= SoSe 2007 1. Termin; 6= SoSe 2007 2. Termin; 7= WiSe 2005/06 1. Termin; 8= WiSe 2005/06 2. Termin; 9= WiSe 2006/07 1. Termin; 10= WiSe 2006/07 2. Termin; 11= WiSe 2007/08 1. Termin; 12= WiSe 2007/08 2. Termin

Tabelle A - 2: Kennzahlen für die Klausuren zu Statistik I und II

		Statistik I + II	Statistik I	Statistik II	SoSe 2005	SoSe 2006	SoSe 2007	WiSe 2005/06	WiSe 2006/07	WiSe 2007/08
in der	Mittelwert	0,5518	0,5710	0,5326	0,4874	0,5360	0,6592	0,4368	0,4880	0,6363
Klausur	5% getrimmtes Mittel	0,5482	0,5687	0,5277	0,4924	0,5356	0,6646	0,4354	0,4778	0,6421
erreichter	Median	0,5200	0,5292	0,4900	0,5000	0,5000	0,6700	0,4400	0,4400	0,6700
Prozentsatz	Varianz	0,0445	0,0437	0,0452	0,0136	0,0437	0,0564	0,0161	0,0444	0,0523
	Standardabweichung	0,2109	0,2091	0,2127	0,1166	0,2091	0,2375	0,1271	0,2108	0,2287
	Minimum	0,1800	0,2115	0,1800	0,2115	0,2200	0,2400	0,2000	0,2000	0,1800
	Maximum	0,9800	0,9800	0,9800	0,6731	0,8600	0,9800	0,7000	0,9600	0,9800

Tabelle A - 3: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Fachbegriff-Fehler

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	120,252 ^a	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Likelihood-Quotient	112,083	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Exakter Test nach Fisher	111,179			,000 ^b	,000	,000			
Zusammenhang linear-mit-linear	16,597 ^c	1	,000	,000 ^b	,000	,000	,000 ^b	,000	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 0 Zellen (,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 7,04.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist 4,074.

Tabelle A - 4: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Falscher Wert ohne Lösungsweg

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	26,569 ^a	9	,002	,004 ^b	,002	,005			
Likelihood-Quotient	28,517	9	,001	,001 ^b	,000	,002			
Exakter Test nach Fisher	22,297			,002 ^b	,001	,003			
Zusammenhang linear-mit-linear	17,797 ^c	1	,000	,000 ^b	,000	,000	,000 ^b	,000	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 9 Zellen (45,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,49.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist -4,219.

Tabelle A - 5: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Keine Antwort

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	68,967 ^a	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Likelihood-Quotient	70,326	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Exakter Test nach Fisher	69,594			,000 ^b	,000	,000			
Zusammenhang linear-mit-linear	18,799 ^c	1	,000	,000 ^b	,000	,000	,000 ^b	,000	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 1 Zellen (5,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 3,67.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist 4,336.

Tabelle A - 6: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Unvollständige Lösung

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	56,809 ^a	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Likelihood-Quotient	47,256	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Exakter Test nach Fisher	46,227			,000 ^b	,000	,000			
Zusammenhang linear-mit-linear	15,853 ^c	1	,000	,000 ^b	,000	,000	,000 ^b	,000	,000
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 2 Zellen (10,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,38.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist 3,982.

Tabelle A - 7: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Ungenaue Lösung

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	31,634 ^a	9	,000	,002 ^b	,001	,004			
Likelihood-Quotient	26,413	9	,002	,001 ^b	,000	,002			
Exakter Test nach Fisher	21,967			,001 ^b	,000	,002			
Zusammenhang linear-mit-linear	7,346 ^c	1	,007	,006 ^b	,004	,007	,003 ^b	,002	,005
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 10 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,31.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist 2,710.

Tabelle A - 8: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Falsches Einsetzen

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	25,362 ^a	9	,003	,012 ^b	,009	,015			
Likelihood-Quotient	20,293	9	,016	,005 ^b	,003	,006			
Exakter Test nach Fisher	15,524			,007 ^b	,005	,009			
Zusammenhang linear-mit-linear	,384 ^c	1	,536	,580 ^b	,567	,593	,289 ^b	,278	,301
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 10 Zellen (50,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,14.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist -,619.

Tabelle A - 9: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Unzutreffende Antwort

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotisch e Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	57,462 ^a	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Likelihood-Quotient	39,569	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Exakter Test nach Fisher	35,229			,000 ^b	,000	,000			
Zusammenhang linear-mit-linear	,034 ^c	1	,853	,860 ^b	,851	,869	,447 ^b	,434	,460
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 7 Zellen (35,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,65.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist -,186.

Tabelle A - 10: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Folgefehler

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotisch e Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	37,031 ^a	9	,000	,001 ^b	,000	,001			
Likelihood-Quotient	33,840	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Exakter Test nach Fisher	29,636			,000 ^b	,000	,001			
Zusammenhang linear-mit-linear	8,117 ^c	1	,004	,004 ^b	,003	,006	,002 ^b	,001	,003
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 6 Zellen (30,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,68.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist -2,849.

Tabelle A - 11: χ^2 -Unabhängigkeitstest für die Variablen Thema und Rechenfehler/ mathematischer Fehler

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotisch e Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	77,756 ^a	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Likelihood-Quotient	60,427	9	,000	,000 ^b	,000	,000			
Exakter Test nach Fisher	57,334			,000 ^b	,000	,000			
Zusammenhang linear-mit-linear	1,459 ^c	1	,227	,242 ^b	,231	,253	,121 ^b	,113	,130
Anzahl der gültigen Fälle	1561								

a. 5 Zellen (25,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,80.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist 1,208.

Tabelle A - 12: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Fachbegriff-Fehler

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen		Fachbegriff	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	,0	,0
	Zufallsvariablen und Variablen	,7	-1,0
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	1,0	-1,5
	Verteilungsmodelle	,1	-,1
	Stichprobentheorie	-1,6	2,5
	Schätzverfahren	1,0	-1,5
	Testtheorie	,8	-1,2
	Regressionsanalyse	2,0	-3,1
	Zeitreihenanalyse	,0	,0
	Theoriefragen	-5,1	7,9

Tabelle A - 13: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Falscher Wert ohne Lösungsweg

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen		Falscher Wert ohne Lösungsweg	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	-,3	2,3
	Zufallsvariablen und Variablen	-,3	1,8
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	-,4	2,8
	Verteilungsmodelle	,2	-1,3
	Stichprobentheorie	,2	-1,2
	Schätzverfahren	,1	-,4
	Testtheorie	,3	-1,9
	Regressionsanalyse	,1	-,6
	Zeitreihenanalyse	,1	-,7
	Theoriefragen	,2	-1,5

Tabelle A - 14: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Keine Antwort

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen		Keine Antwort	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	1,6	-3,8
	Zufallsvariablen und Variablen	,3	-,8
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	-,1	,3
	Verteilungsmodelle	-,6	1,5
	Stichprobentheorie	,5	-1,1
	Schätzverfahren	-1,2	2,9
	Testtheorie	1,2	-2,8
	Regressionsanalyse	-,9	2,1
	Zeitreihenanalyse	,1	-,4
	Theoriefragen	-1,8	4,3

Tabelle A - 15: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Unvollständige Lösung

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen

		Unvollständige Lösung	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	,3	-1,3
	Zufallsvariablen und Variablen	,7	-2,6
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	,0	-,1
	Verteilungsmodelle	-,5	2,1
	Stichprobentheorie	,1	-,5
	Schätzverfahren	,0	-,1
	Testtheorie	,5	-2,1
	Regressionsanalyse	-,2	,7
	Zeitreihenanalyse	,1	-,3
	Theoriefragen	-1,5	5,9

Tabelle A - 16: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Ungenaue Lösung

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen

		Ungenaue Lösung	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	,1	-,8
	Zufallsvariablen und Variablen	,1	-1,0
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	-,2	1,8
	Verteilungsmodelle	,2	-1,7
	Stichprobentheorie	,0	,1
	Schätzverfahren	,1	-1,3
	Testtheorie	,1	-,6
	Regressionsanalyse	-,1	,8
	Zeitreihenanalyse	,1	-,6
	Theoriefragen	-,5	4,5

Tabelle A - 17: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Falsches Einsetzen

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen

		Falsches Einsetzen	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	,1	-1,0
	Zufallsvariablen und Variablen	-,1	,7
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	,1	-1,0
	Verteilungsmodelle	-,1	1,4
	Stichprobentheorie	-,3	4,1
	Schätzverfahren	,1	-,9
	Testtheorie	,1	-1,4
	Regressionsanalyse	,0	,6
	Zeitreihenanalyse	,0	-,4
	Theoriefragen	,1	-,8

Tabelle A - 18: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Unzutreffende Antwort

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen

		Unzutreffende Antwort	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	,3	-1,7
	Zufallsvariablen und Variablen	-,2	1,4
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	,1	-,8
	Verteilungsmodelle	-,1	,3
	Stichprobentheorie	-1,1	6,6
	Schätzverfahren	,3	-1,8
	Testtheorie	,2	-1,3
	Regressionsanalyse	,1	-,3
	Zeitreihenanalyse	,1	-,8
	Theoriefragen	-,1	,5

Tabelle A - 19: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Folgefehler

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen

		Folgefehler	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	-,8	4,5
	Zufallsvariablen und Variablen	,2	-1,2
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	,2	-,9
	Verteilungsmodelle	-,1	,6
	Stichprobentheorie	-,1	,7
	Schätzverfahren	,1	-,8
	Testtheorie	,3	-1,8
	Regressionsanalyse	-,4	2,1
	Zeitreihenanalyse	,1	-,8
	Theoriefragen	,3	-1,8

Tabelle A - 20: Standardisierte Residuen für die Variablen Thema und Rechenfehler/ mathematischer Fehler

Kreuztabelle

Standardisierte Residuen

		Rechenfehler/mathematischer Fehler	
		Richtige Lösung	Fehler
Thema der Aufgabe	Wahrscheinlichkeitstheorie	,3	-1,6
	Zufallsvariablen und Variablen	-,1	,7
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	-,1	,4
	Verteilungsmodelle	,2	-1,3
	Stichprobentheorie	,2	-,9
	Schätzverfahren	-,4	2,3
	Testtheorie	,5	-2,7
	Regressionsanalyse	-1,3	6,8
	Zeitreihenanalyse	-,5	2,5
	Theoriefragen	,4	-2,0

Tabelle A - 21: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehler-typen

	Signifikanz (Monte-Carlo)								Rechenfehler/ mathematischer Fehler
	Fachbegriff- Fehler	Falscher Wert ohne Lösungsweg	Keine Antwort	Unvollständige Antwort	Ungenau Antwort	Falsches Einsetzen	Unzutreffende Antwort	Folgefehler	
Wahrscheinlichkeitstheorie	0,179 ^b	0,826 ^b	0,836 ^b	0,708 ^b	0,534 ^b	^d	1,000 ^b	0,308 ^b	1,000 ^b
Zufallsvariablen und Variablen	0,000 ^b	0,235 ^b	0,062 ^b	0,959 ^b	0,377 ^b	0,028 ^b	0,055 ^b	0,513 ^b	0,209 ^b
Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	0,026 ^b	0,274 ^b	0,184 ^b	0,076 ^b	0,023 ^b	^d	0,883 ^b	0,106 ^b	0,316 ^b
Verteilungsmodelle	0,177 ^b	0,830 ^b	0,004 ^b	0,698 ^b	^c	0,376 ^b	0,130 ^b	0,488 ^b	0,679 ^b
Stichprobentheorie	0,012 ^b	^a	0,826 ^b	0,616 ^b	1,000 ^b	0,057 ^b	0,363 ^b	0,057 ^b	1,000 ^b
Schätzverfahren	0,169 ^b	0,248 ^b	0,000 ^b	0,165 ^b	^c	^d	^e	0,482 ^b	0,234 ^b
Testtheorie	0,166 ^b	0,082 ^b	0,000 ^b	0,484 ^b	0,523 ^b	^d	0,006 ^b	0,061 ^b	0,369 ^b
Regressionsanalyse	0,823 ^b	1,000 ^b	0,000 ^b	0,187 ^b	0,149 ^b	1,000 ^b	0,627 ^b	0,632 ^b	0,236 ^b
Zeitreihenanalyse		^a			^c	^d	^e	^f	

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

a. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falscher Wert ohne Lösungsweg eine Konstante ist

c. Es werden keine Statistiken berechnet, da Ungenau Antwort eine Konstante ist

d. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falsches Einsetzen eine Konstante ist

e. Es werden keine Statistiken berechnet, da Unzutreffende Antwort eine Konstante ist

f. Es werden keine Statistiken berechnet, da Folgefehler eine Konstante ist

Tabelle A - 22: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Fachbegriff-Fehler

Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
		Fachbegriff-Fehler	
		Richtige Lösung	Fehler
Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,0	,0
	Skalierung und Merkmal	1,2	-2,0
	Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	-2,3	3,9
	Berechnung von Häufigkeiten	,9	-1,5
	Berechnung der Dichtefunktion	,9	-1,5
	Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,9	-1,5
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-1,3	2,2
	Linearkombination - Parameterberechnung	,1	-2
Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	-,2	,4
	Wahrscheinlichkeitstabelle	-,1	,1
	Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	-,9	1,6
	Erwartungswert und Varianz	1,2	-2,2
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-,6	1,1
Stichprobentheorie	Bestimmung der Art der Zufallsauswahl	,5	-,6
	Berechnung der Varianz des Stichprobenmittelwertes/Stichprobenanteilswertes	,5	-,6
	Berechnung der Stichprobenvarianz/mittelwert	,8	-,9
	Berechnung von Schwankungsintervallen	-1,9	2,1

Tabelle A - 23: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Keine Antwort

Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
		Richtige Lösung	Keine Antwort Fehler
Verteilungsmodelle	Graphik der Dichtefunktion	,4	-,8
	Berechnung der Dichtefunktion	,4	-,8
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten/Anteilen	-,6	1,3
	Bestimmung der Verteilung	,8	-1,6
	Berechnung von Parametern	,9	-1,8
	Intervallberechnung	-1,1	2,3
Schätzverfahren	Berechnung von Varianz/Erwartungswert/MSE	-1,4	2,4
	Bestimmung der Verteilungsform	1,4	-2,5
	Berechnung von kritischen Werten	,9	-1,5
	Bestimmung vom Stichprobenumfang	-,7	1,1
	Bestimmung von ML-Schätzer/Funktion und Eigenschaften	-,5	,8
Testtheorie	Hypothesenformulierung	,8	-2,5
	Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,5	-1,6
	Bestimmung von kritischen Werten	-,7	2,3
	Interpretation	-1,0	3,1
	Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,4	-1,1
	Testentscheidung	,5	-1,7
	Graphik der Gütefunktion	-,3	,9
	Berechnung von Parametern	-,5	1,7
Regressionsanalyse	Berechnung der Parameter der Regressionsgerade	,8	-1,5
	Berechnung des Bestimmtheitsmaßes	,2	-,4
	Berechnung von Formelgliedern	-2,0	3,6

Tabelle A - 24: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Ungenaue Lösung

Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
		Richtige Lösung	Ungenaue Lösung Fehler
Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	-,5	2,7
	Wahrscheinlichkeitstabelle	,2	-1,1
	Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	,1	-,8
	Erwartungswert und Varianz	,2	-1,2
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	,1	-,4

Tabelle A - 25: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Falsches Einsetzen

Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
		Falsches Einsetzen	
		Richtige Lösung	Fehler
Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,1	-,8
	Skalierung und Merkmal	,0	-,4
	Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	,0	-,4
	Berechnung von Häufigkeiten	-,5	4,8
	Berechnung der Dichtefunktion	,0	-,4
	Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,0	-,4
	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	,1	-,5
	Linearkombination - Parameterberechnung	,1	-,5

Tabelle A - 26: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Unzutreffende Antwort

Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
		Unzutreffende Antwort	
		Richtige Lösung	Fehler
Testtheorie	Hypothesenformulierung	,1	-1,0
	Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,0	,1
	Bestimmung von kritischen Werten	,1	-,8
	Interpretation	,0	,0
	Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,1	-,7
	Testentscheidung	,1	-,7
	Graphik der Gütefunktion	-,6	5,1
	Berechnung von Parametern	,0	-,3

**Tabelle A - 27: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehler-
typen, getrennt nach Geschlecht**

		Signifikanz (Monte-Carlo)								
	Fachbegriff- Fehler	Falscher Wert ohne Lösungsweg	Keine Antwort	Unvollständige Lösung	Ungenaue Lösung	Falsches Einsetzen	Unzutreffende Antwort	Folgefehler	Rechenfehler/ mathematischer Fehler	
Mann	Wahrscheinlichkeitstheorie	0,869 ^b	1,000 ^b	1,000 ^b	1,000 ^b	0,551 ^b	^f	1,000 ^b	0,433	^j
	Zufallsvariablen und Variablen	0,021 ^b	0,408 ^b	0,903 ^b	0,657 ^b	0,364 ^b	^f	0,535 ^b	^h	0,255
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	0,036 ^b	0,077 ^b	0,234 ^b	^d	0,197 ^b	^f	0,162 ^b	0,145	0,251
	Verteilungsmodelle	0,081 ^b	1,000 ^b	0,156 ^b	0,760 ^b	^e	1,000 ^e	0,423 ^b	0,606	1,000
	Stichprobentheorie	0,767 ^b	^a	0,731 ^b	1,000 ^b	^e	0,289 ^e	0,762 ^b	^h	^j
	Schätzverfahren	0,449 ^b	0,113 ^b	0,191 ^b	0,349 ^b	^e	^f	^g	0,113	0,307
	Testtheorie	0,710 ^b	^a	0,037 ^b	0,166 ^b	1,000 ^b	^f	0,270 ^b	0,053	^j
	Regressionsanalyse	0,320 ^b	^a	0,088 ^b	1,000 ^b	0,367 ^b	^f	1,000 ^b	1,000	0,244
	Zeitreihenanalyse		^a		^d	^e	^f	^g	^d	
Frau	Wahrscheinlichkeitstheorie	0,069 ^b	0,951 ^b	0,899 ^b	0,294 ^b	^e	^f	^g	0,122	1,000
	Zufallsvariablen und Variablen	0,000 ^b	0,930 ^b	0,087 ^b	0,807 ^b	^e	0,024 ^e	0,088 ^b	0,462	0,453
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	0,017 ^b	0,527 ^b	0,738 ^b	0,048 ^b	0,329 ^b	^f	1,000 ^b	^h	1,000
	Verteilungsmodelle	0,609 ^b	1,000 ^b	0,065 ^b	0,870 ^b	^e	0,130 ^e	0,587 ^b	0,628	0,698
	Stichprobentheorie	0,037 ^b	^a	1,000 ^b	1,000 ^b	1,000 ^b	1,000 ^e	0,588 ^b	0,049	1,000
	Schätzverfahren	0,291 ^b	0,683 ^b	0,001 ^b	0,264 ^b	^e	^f	^g	1,000	0,786
	Testtheorie	0,426 ^b	0,088 ^b	0,001 ^b	0,137 ^b	0,912 ^b	^f	0,005 ^b	0,265	0,388
	Regressionsanalyse	0,872 ^b	1,000 ^b	0,000 ^b	0,058 ^b	^e	1,000 ^e	1,000 ^b	0,349	0,777
	Zeitreihenanalyse		^a	^c		^e	^f	^g	^h	

a. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falscher Wert ohne Lösung eine Konstante ist.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 356022989.

c. Es werden keine Statistiken berechnet, da Keine Antwort eine Konstante ist.

d. Es werden keine Statistiken berechnet, da Unvollständige Lösung eine Konstante ist.

e. Es werden keine Statistiken berechnet, da Ungenaue Lösung eine Konstante ist.

f. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falsches Einsetzen eine Konstante ist.

g. Es werden keine Statistiken berechnet, da Unzutreffende Antwort eine Konstante ist.

h. Es werden keine Statistiken berechnet, da Folgefehler eine Konstante ist.

j. Es werden keine Statistiken berechnet, da Rechenfehler/ mathematischer Fehler eine Konstante ist.

Tabelle A - 28: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Fachbegriff-Fehler, getrennt nach Geschlecht

Geschlecht	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen Fachbegriff	
			Richtige Lösung	Fehler
MANN	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	-,2	,3
		Skalierung und Merkmal	,7	-1,2
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	-1,2	2,0
		Berechnung von Häufigkeiten	,3	-,4
		Berechnung der Dichtefunktion	,7	-1,2
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,7	-1,2
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-1,0	1,7
		Linearkombination - Parameterberechnung	,4	-,6
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	-1,0	1,9
		Wahrscheinlichkeitstabelle	,6	-1,2
		Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	-,4	,8
		Erwartungswert und Varianz	,7	-1,4
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	,3	-,6
FRAU	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,2	-,3
		Skalierung und Merkmal	,9	-1,6
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	-2,0	3,4
		Berechnung von Häufigkeiten	,9	-1,6
		Berechnung der Dichtefunktion	,6	-1,0
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,6	-1,0
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-,8	1,4
		Linearkombination - Parameterberechnung	-,1	,2
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	,5	-,9
		Wahrscheinlichkeitstabelle	-,6	1,0
		Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	-,8	1,4
		Erwartungswert und Varianz	,9	-1,6
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-,9	1,6
	Stichprobentheorie	Bestimmung der Art der Zufallsauswahl	,6	-,6
		Berechnung der Varianz des Stichprobenmittelwertes/Stichprobenanteilswertes	,2	-,2
		Berechnung der Stichprobenvarianz/mittelwert	1,0	-1,0
		Berechnung von Schwankungsintervallen	-1,8	1,8

Tabelle A - 29: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Keine Antwort, getrennt nach Geschlecht

Geschlecht	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
			Keine Antwort	
			Richtige Lösung	Fehler
MANN	Testtheorie	Hypothesenformulierung	,3	-1,2
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,3	-1,2
		Bestimmung von kritischen Werten	-,3	1,1
		Interpretation	-,3	1,4
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	-,1	,4
		Testentscheidung	,2	-,8
		Graphik der Gütefunktion	,1	-,6
		Berechnung von Parametern	-,6	2,7
FRAU	Schätzverfahren	Berechnung von Varianz/Erwartungswert/MSE	-1,3	1,8
		Bestimmung der Verteilungsform	1,4	-2,1
		Berechnung von kritischen Werten	1,0	-1,5
		Bestimmung vom Stichprobenumfang	-,9	1,3
		Bestimmung von ML-Schätzer/Funktion und Eigenschaften	-,7	1,0
	Testtheorie	Hypothesenformulierung	,8	-2,2
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,4	-1,1
		Bestimmung von kritischen Werten	-,7	2,0
		Interpretation	-1,0	2,7
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,5	-1,5
		Testentscheidung	,5	-1,5
		Graphik der Gütefunktion	-,4	1,2
		Berechnung von Parametern	-,2	,6
	Regressionsanalyse	Berechnung der Parameter der Regressionsgerade	,6	-1,2
		Berechnung des Bestimmtheitsmaßes	,3	-,6
		Berechnung von Formelgliedern	-1,7	3,4

Tabelle A - 30: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Unvollständige Lösung, getrennt nach Geschlecht

Geschlecht	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
			Unvollständige Lösung	
			Richtige Lösung	Fehler
FRAU	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	-,5	1,6
		Wahrscheinlichkeitstabelle	-,3	1,1
		Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	,4	-1,2
		Erwartungswert und Varianz	,5	-1,6
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	,2	-,7

Tabelle A - 31: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Falsches Einsetzen, getrennt nach Geschlecht

Geschlecht	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
			Falsches Einsetzen	
			Richtige Lösung	Fehler
FRAU	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,1	-,8
		Skalierung und Merkmal	,0	-,4
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	,0	-,4
		Berechnung von Häufigkeiten	-,6	4,7
		Berechnung der Dichtefunktion	,0	-,4
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,0	-,4
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	,1	-,5
		Linearkombination - Parameterberechnung	,1	-,5

Tabelle A - 32: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Unzutreffende Antwort, getrennt nach Geschlecht

Geschlecht	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen Unzutreffende Antwort	
			Richtige Lösung	Fehler
FRAU	Testtheorie	Hypothesenformulierung	,1	-,6
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,1	-,6
		Bestimmung von kritischen Werten	,1	-,5
		Interpretation	,1	-,6
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,0	-,4
		Testentscheidung	,0	-,4
		Graphik der Gütefunktion	-,5	5,3
		Berechnung von Parametern	,0	-,2

Tabelle A - 33: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema der Aufgabe und Folgefehler, getrennt nach Geschlecht

Geschlecht	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen Folgefehler	
			Richtige Lösung	Fehler
FRAU	Stichprobentheorie	Bestimmung der Art der Zufallsauswahl	,2	-,9
		Berechnung der Varianz des Stichprobenmittelwertes/Stichprobenanteilstwertes	-,6	2,6
		Berechnung der Stichprobenvarianz/mittelwert	,2	-,9
		Berechnung von Schwankungsintervallen	,2	-,9

Tabelle A - 34: Deskriptive Statistik, getrennt nach Geschlecht

Deskriptive Statistik			Statistik	
Thema der Aufgabe			MANN	FRAU
in der Aufgabe erreichter Prozentsatz	Wahrscheinlichkeitstheorie	Mittelwert	,7645	,6434
		Median	1,0000	1,0000
		Standardabweichung	,40330	,44539
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Zufallsvariablen und Variablen	Mittelwert	,6433	,6013
		Median	1,0000	1,0000
		Standardabweichung	,43455	,45643
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Mittelwert	,5473	,5575
		Median	,6667	1,0000
		Standardabweichung	,45947	,48324
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Verteilungsmodelle	Mittelwert	,4846	,4128
		Median	,5000	,0000
		Standardabweichung	,46247	,47509
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Stichprobentheorie	Mittelwert	,6574	,4936
		Median	,8333	,5000
		Standardabweichung	,41013	,36653
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Schätzverfahren	Mittelwert	,5556	,4167
		Median	,5000	,0000
		Standardabweichung	,45211	,45964
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Testtheorie	Mittelwert	,6435	,6134
		Median	1,0000	1,0000
		Standardabweichung	,46730	,46606
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Regressionsanalyse	Mittelwert	,5838	,6167
		Median	,6333	,5500
		Standardabweichung	,40411	,39763
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Zeitreihenanalyse	Mittelwert	,4167	,5000
		Median	,0000	,5000
		Standardabweichung	,51493	,52223
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Theoriefragen	Mittelwert	,4711	,4666
		Median	,4226	,4226
		Standardabweichung	,32128	,32721
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00

**Tabelle A - 35: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehler-
typen, getrennt nach Studiengang**

Studiengang	Thema der Aufgabe	Signifikanz (Monte-Carlo)								Rechenfehler/ mathematischer Fehler
		Fachbegriff- Fehler	Falscher Wert ohne Lösungsweg	Keine Antwort	Unvollständige Lösung	Ungenaue Lösung	Falsches Einsetzen	Unzutreffende Antwort	Folgefehler	
BWL	Wahrscheinlichkeitstheorie	,429 ^b	,735 ^b	,735 ^b	1,000 ^b	^e	^f	1,000 ^b	,611 ^b	,557 ^b
	Zufallsvariablen und Variablen	,000 ^b	,396 ^b	,239 ^b	,825 ^b	,408 ^c	^f	,031 ^b	^h	,523 ^b
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	,036 ^b	,390 ^b	,918 ^b	,610 ^b	,387 ^c	^f	,460 ^b	^h	1,000 ^b
	Verteilungsmodelle	,220 ^b	1,000 ^b	,033 ^b	,539 ^b	^e	,533 ^c	,493 ^b	,088 ^b	,620 ^b
	Stichprobentheorie	,037 ^b	^a	1,000 ^b	,114 ^b	^e	,092 ^c	,360 ^b	^h	ⁱ
	Schätzverfahren	,880 ^b	,158 ^b	,007 ^b	,596 ^b	^e	^f	^g	,327 ^b	,333 ^b
	Testtheorie	,567 ^b	,403 ^b	,002 ^b	,273 ^b	1,000 ^c	^f	,161 ^b	,159 ^b	ⁱ
	Regressionsanalyse	1,000 ^b	^a	,035 ^b	,327 ^b	,497 ^c	1,000 ^c	^g	,337 ^b	1,000 ^b
	Zeitreihenanalyse		^a			^e	^f	^g	^h	ⁱ
VWL	Wahrscheinlichkeitstheorie	,581 ^b	1,000 ^b	1,000 ^b	1,000 ^b	,505 ^c	^f	^g	1,000 ^b	ⁱ
	Zufallsvariablen und Variablen	,063 ^b	,524 ^b	1,000 ^b	,592 ^b	^e	^f	^g	,739 ^b	,384 ^b
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	,307 ^b	,735 ^b	,181 ^b	,370 ^b	,203 ^c	^f	^g	,677 ^b	,437 ^b
	Verteilungsmodelle	,467 ^b	1,000 ^b	,398 ^b	,277 ^b	^e	^f	^g	1,000 ^b	1,000 ^b
	Stichprobentheorie	,262 ^b	^a	,271 ^b	^d	1,000 ^c	,290 ^c	,153 ^b	^h	1,000 ^b
	Schätzverfahren	,029 ^b	^a	,221 ^b	,364 ^b	^e	1,000 ^c	^g	^h	,684 ^b
	Testtheorie	,290 ^b	,389 ^b	,262 ^b	,471 ^b	,586 ^c	^f	,005 ^b	,389 ^b	,249 ^b
	Regressionsanalyse	,526 ^b	^a	,001 ^b	1,000 ^b	,497 ^c	^f	1,000 ^b	1,000 ^b	,713 ^b
	Zeitreihenanalyse		^a	^c	^d	^e	^f	^g	^h	ⁱ

a. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falscher Wert ohne Lösungsweg eine Konstante ist.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 815473997.

c. Es werden keine Statistiken berechnet, da Keine Antwort eine Konstante ist.

d. Es werden keine Statistiken berechnet, da Unvollständige Lösung eine Konstante ist.

e. Es werden keine Statistiken berechnet, da Ungenaue Lösung eine Konstante ist.

f. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falsches Einsetzen eine Konstante ist.

g. Es werden keine Statistiken berechnet, da Unzutreffende Antwort eine Konstante ist.

h. Es werden keine Statistiken berechnet, da Folgefehler eine Konstante ist.

i. Es werden keine Statistiken berechnet, da Rechenfehler/ mathematischer Fehler eine Konstante ist.

Tabelle A - 36: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Fachbegriff-Fehler, getrennt nach Studiengang

Studiengang	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
			Fachbegriff	
			Richtige Lösung	Fehler
BWL	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,2	-,4
		Skalierung und Merkmal	,9	-1,6
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	-2,0	3,4
		Berechnung von Häufigkeiten	,6	-1,0
		Berechnung der Dichtefunktion	,8	-1,4
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,4	-,7
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-1,1	1,9
		Linearkombination - Parameterberechnung	,3	-,5
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	-,2	,4
		Wahrscheinlichkeitstabelle	,3	-,5
		Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	-1,3	2,2
		Erwartungswert und Varianz	,9	-1,5
	Stichprobentheorie	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	,0	,0
		Bestimmung der Art der Zufallsauswahl	,5	-,5
		Berechnung der Varianz des	,5	-,5
		Berechnung der Stichprobenvarianz/mittelwert	,8	-,9
VWL	Schätzverfahren	Berechnung von Schwankungsintervallen	-1,6	1,8
		Berechnung von Varianz/Erwartungswert/MSE	-,4	1,0
		Bestimmung der Verteilungsform	,5	-1,2
		Berechnung von kritischen Werten	-,9	2,0
		Bestimmung vom Stichprobenumfang	-,1	,2
		Bestimmung von ML-Schätzer/Funktion und Eigenschaften	,7	-1,5

Tabelle A - 37: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Keine Antwort, getrennt nach Studiengang

Studiengang	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
			Keine Antwort	
			Richtige Lösung	Fehler
BWL	Verteilungsmodelle	Graphik der Dichtefunktion	,5	-,9
		Berechnung der Dichtefunktion	,5	-,9
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten/Anteilen	-,6	1,1
		Bestimmung der Verteilung	,7	-1,4
		Berechnung von Parametern	,6	-1,2
		Intervallberechnung	-,9	1,8
	Schätzverfahren	Berechnung von Varianz/Erwartungswert/MSE	-1,4	2,0
		Bestimmung der Verteilungsform	1,4	-2,0
		Berechnung von kritischen Werten	,2	-,3
		Bestimmung vom Stichprobenumfang	-,5	,7
		Bestimmung von ML-Schätzer/Funktion und Eigenschaften	-,1	,1
	Testtheorie	Hypothesenformulierung	,8	-2,1
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,4	-1,1
		Bestimmung von kritischen Werten	-,4	1,2
		Interpretation	-,9	2,3
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,3	-,8
		Testentscheidung	,6	-1,4
		Graphik der Gütefunktion	-,7	1,7
		Berechnung von Parametern	-,8	2,1
	Regressionsanalyse	Berechnung der Parameter der Regressionsgerade	,6	-1,2
		Berechnung des Bestimmtheitsmaßes	-,1	,3
		Berechnung von Formelgliedern	-1,0	2,0
VWL	Regressionsanalyse	Berechnung der Parameter der Regressionsgerade	,3	-,5
		Berechnung des Bestimmtheitsmaßes	,7	-1,2
		Berechnung von Formelgliedern	-1,7	3,0

Tabelle A - 38: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Unzutreffende Antwort, getrennt nach Studiengang

			Standardisierte Residuen	
Studiengang	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Unzutreffende Antwort	
			Richtige Lösung	Fehler
BWL	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,1	-,5
		Skalierung und Merkmal	,3	-,9
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	,3	-,9
		Berechnung von Häufigkeiten	,3	-,9
		Berechnung der Dichtefunktion	,2	-,8
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	-,1	,5
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-1,0	3,3
		Linearkombination - Parameterberechnung	,1	-,2
VWL	Testtheorie	Hypothesenformulierung	,1	-,7
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,1	-,6
		Bestimmung von kritischen Werten	,1	-,5
		Interpretation	,1	-,6
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,1	-,4
		Testentscheidung	,1	-,4
		Graphik der Gütefunktion	-,8	5,8
		Berechnung von Parametern	,0	-,2

Tabelle A - 39: Deskriptive Statistik, getrennt nach Studiengang

Deskriptive Statistik			Statistik	
	Thema der Aufgabe		BWL	VWL
in der Aufgabe erreichter Prozentsatz	Wahrscheinlichkeitstheorie	Mittelwert	,6798	,7143
		Median	1,0000	1,0000
		Standardabweichung	,43652	,41885
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Zufallsvariablen und Variablen	Mittelwert	,6213	,6301
		Median	1,0000	1,0000
		Standardabweichung	,44762	,43856
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Mittelwert	,5598	,6093
		Median	,9167	1,0000
		Standardabweichung	,47693	,46136
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Verteilungsmodelle	Mittelwert	,4066	,5572
		Median	,0000	1,0000
		Standardabweichung	,46368	,48029
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Stichprobentheorie	Mittelwert	,5768	,5530
		Median	,6667	,5357
		Standardabweichung	,38462	,36576
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Schätzverfahren	Mittelwert	,3917	,6098
		Median	,0000	1,0000
		Standardabweichung	,45185	,44034
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Testtheorie	Mittelwert	,5670	,7127
		Median	1,0000	1,0000
		Standardabweichung	,47428	,43678
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Regressionsanalyse	Mittelwert	,6413	,6490
		Median	,6667	,9167
		Standardabweichung	,37055	,41348
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Zeitreihenanalyse	Mittelwert	,4286	,5000
		Median	,0000	,5000
		Standardabweichung	,51355	,53452
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00
	Theoriefragen	Mittelwert	,4470	,5823
		Median	,4000	,6667
		Standardabweichung	,32549	,28624
		Minimum	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00

**Tabelle A - 40: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Unterthema und die einzelnen Fehler-
typen, getrennt nach Klausurgruppen**

		Signifikanz (Monte-Carlo)								
		Fachbegriff- Fehler	Falscher Wert ohne Lösungsweg	Keine Antwort	Unvollständige Lösung	Ungenaue Lösung	Falsches Einsetzen	Unzutreffende Antwort	Folgefehler	Rechenfehler/ mathematischer Fehler
Gute Gruppe	Wahrscheinlichkeitstheorie	0,352 ^c	1,000 ^c	d	e	f	g	h	i	l
	Zufallsvariablen und Variablen	0,046 ^c	b	d	1,000 ^c	f	g	0,686 ^c	i	0,252 ^c
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	0,022 ^c	0,564 ^c	d	e	0,068 ^c	g	h	1,000 ^c	0,427 ^c
	Verteilungsmodelle	0,947 ^c	b	d	0,494 ^c	f	1,000 ^c	h	1,000 ^c	0,814 ^c
	Stichprobentheorie		b	d	e	f	g	h	i	l
	Schätzverfahren	1,000 ^c	0,098 ^c	d	e	f	g	h	i	0,648 ^c
	Testtheorie	0,393 ^c	b	d	0,350 ^c	0,726 ^c	g	h	i	l
	Regressionsanalyse	0,497 ^c	b	d	1,000 ^c	0,497 ^c	g	h	0,519 ^c	0,058 ^c
	Zeitreihenanalyse	a	b	d	e	f	g	h	i	l
Mittelmäßige Gruppe	Wahrscheinlichkeitstheorie	0,035 ^c	0,350 ^c	0,676	0,226 ^c	0,491 ^c	g	1,000 ^c	0,468 ^c	1,000 ^c
	Zufallsvariablen und Variablen	0,000 ^c	0,039 ^c	0,110	0,159 ^c	0,679 ^c	0,194 ^c	0,011 ^c	1,000 ^c	0,563 ^c
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	0,684 ^c	0,451 ^c	0,087	0,182 ^c	0,318 ^c	g	0,396 ^c	i	0,701 ^c
	Verteilungsmodelle	0,603 ^c	0,695 ^c	0,003	0,823 ^c	f	g	0,240 ^c	0,738 ^c	1,000 ^c
	Stichprobentheorie	0,184 ^c	b	0,558	0,703 ^c	f	0,165 ^c	0,275 ^c	0,703 ^c	1,000 ^c
	Schätzverfahren	0,057 ^c	b	0,126	0,258 ^c	f	g	h	i	0,452 ^c
	Testtheorie	0,235 ^c	0,431 ^c	0,004	0,321 ^c	f	g	0,004 ^c	0,431 ^c	0,431 ^c
	Regressionsanalyse	0,497 ^c	1,000 ^c	0,000	0,152 ^c	0,497 ^c	1,000 ^c	1,000 ^c	0,657 ^c	0,598 ^c
	Zeitreihenanalyse		b	d		f	g	h	i	
Schlechte Gruppe	Wahrscheinlichkeitstheorie	0,385 ^c	0,549 ^c	0,203	0,256 ^c	f	g	h	0,548 ^c	l
	Zufallsvariablen und Variablen	1,000 ^c	b	0,119	1,000 ^c	f	g	0,391 ^c	0,549 ^c	0,391 ^c
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	0,024 ^c	b	0,282	0,232 ^c	f	g	1,000 ^c	0,018 ^c	0,699 ^c
	Verteilungsmodelle	0,003 ^c	b	0,134	0,516 ^c	f	0,161 ^c	0,651 ^c	0,188 ^c	1,000 ^c
	Stichprobentheorie	0,484 ^c	b	0,290	1,000 ^c	1,000 ^c	g	1,000 ^c	1,000 ^c	l
	Schätzverfahren	0,836 ^c	0,471 ^c	0,017	0,644 ^c	f	g	h	0,405 ^c	0,398 ^c
	Testtheorie	0,381 ^c	0,443 ^c	0,003	0,209 ^c	f	g	0,544 ^c	0,152 ^c	0,324 ^c
	Regressionsanalyse	0,241 ^c	b	0,243	1,000 ^c	f	g	1,000 ^c	1,000 ^c	1,000 ^c
	Zeitreihenanalyse	a	b	0,465	e	f	g	h	i	

a. Es werden keine Statistiken berechnet, da Fachbegriff-Fehler eine Konstante ist.

b. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falscher Wert ohne Lösungsweg eine Konstante ist.

c. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 1455371053.

d. Es werden keine Statistiken berechnet, da Keine Antwort eine Konstante ist.

e. Es werden keine Statistiken berechnet, da Unvollständige Lösung eine Konstante ist.

f. Es werden keine Statistiken berechnet, da Ungenaue Lösung eine Konstante ist.

g. Es werden keine Statistiken berechnet, da Falsches Einsetzen eine Konstante ist.

h. Es werden keine Statistiken berechnet, da Unzutreffende Antwort einen Konstante ist.

i. Es werden keine Statistiken berechnet, da Folgefehler eine Konstante ist.

j. Es werden keine Statistiken berechnet, da Rechenfehler/ mathematischer Fehler eine Konstante ist.

Tabelle A - 41: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Fachbegriff-Fehler, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit

Gruppenzugehörigkeit	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen Fachbegriff	
			Richtige Lösung	Fehler
Gute Gruppe	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,1	-,3
		Berechnung der Dichtefunktion	,4	-1,0
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,4	-1,0
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-,9	2,4
		Linearkombination - Parameterberechnung	,2	-,5
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	-1,0	2,4
Mittelmäßige Gruppe	Wahrscheinlichkeitstheorie	Wahrscheinlichkeit nach Laplace	-,2	,2
		Totale Wahrscheinlichkeit	-,5	,7
		Bedingte Wahrscheinlichkeit	-,7	,8
		Kombinatorik	1,6	-2,0
	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,0	,0
		Skalierung und Merkmal	1,6	-2,3
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	-2,1	3,0
		Berechnung von Häufigkeiten	1,3	-1,8
		Berechnung der Dichtefunktion	,8	-1,1
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,8	-1,1
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-1,4	2,1
		Linearkombination - Parameterberechnung	-,3	,4
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	1,0	-1,5
		Wahrscheinlichkeitstabelle	-,6	,9
		Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	-,7	1,1
		Erwartungswert und Varianz	,9	-1,3
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-,8	1,1
Schlechte Gruppe	Verteilungsmodelle	Graphik der Dichtefunktion	-,6	,8
		Berechnung der Dichtefunktion	,8	-1,1
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten/Anteilen	,7	-,9
		Bestimmung der Verteilung	,5	-,6
		Berechnung von Parametern	-1,9	2,5
		Intervallberechnung	,3	-,4

Tabelle A - 42: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Falscher Wert ohne Lösungsweg, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit

Gruppenzugehörigkeit	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen Fachbegriff	
			Richtige Lösung	Fehler
Mittelmäßige Gruppe	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,1	-,4
		Skalierung und Merkmal	,3	-1,0
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	,3	-1,0
		Berechnung von Häufigkeiten	-,3	1,0
		Berechnung der Dichtefunktion	,1	-,5
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	-,9	3,4
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-,1	,3
		Linearkombination - Parameterberechnung	,0	,0

Tabelle A - 43: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Keine Antwort, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit

Gruppenzugehörigkeit	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
			Richtige Lösung	Keine Antwort Fehler
Mittelmäßige Gruppe	Verteilungsmodelle	Graphik der Dichtefunktion	,6	-1,3
		Berechnung der Dichtefunktion	,6	-1,3
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten/Anteilen	-,8	1,6
		Bestimmung der Verteilung	,8	-1,6
		Berechnung von Parametern	,5	-1,0
		Intervallberechnung	-1,2	2,3
	Testtheorie	Hypothesenformulierung	,4	-1,4
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,3	-1,3
		Bestimmung von kritischen Werten	-,6	2,4
		Interpretation	-,5	2,1
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,3	-1,0
		Testentscheidung	,3	-1,0
		Graphik der Gütefunktion	,2	-,8
		Berechnung von Parametern	-,4	1,5
	Regressionsanalyse	Berechnung der Parameter der Regressionsgerade	,8	-1,3
		Berechnung des Bestimmtheitsmaßes	,4	-,7
		Berechnung von Formelgliedern	-1,9	3,4
Schlechte Gruppe	Testtheorie	Hypothesenformulierung	1,0	-2,0
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,4	-,8
		Bestimmung von kritischen Werten	-,8	1,6
		Interpretation	-1,1	2,2
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,4	-,8
		Testentscheidung	,8	-1,5
		Graphik der Gütefunktion	-,7	1,3
		Berechnung von Parametern	-,2	,5

Tabelle A - 44: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Unzutreffende Antwort, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit

Gruppenzugehörigkeit	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen	
			Richtige Lösung	Unzutreffende Antwort Fehler
Mittelmäßige Gruppe	Zufallsvariablen und Variablen	Lage- und Streuungsparameter	,0	-,2
		Skalierung und Merkmal	,2	-1,0
		Graphische Darstellung der Häufigkeiten/Verteilungsfunktion	,2	-1,0
		Berechnung von Häufigkeiten	,2	-1,0
		Berechnung der Dichtefunktion	,1	-,5
		Bestimmung der Parameter der Verteilungsfunktion	,1	-,5
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	-1,0	4,0
		Linearkombination - Parameterberechnung	,0	,1
	Testtheorie	Hypothesenformulierung	,1	-,6
		Bestimmung von Teststatistik und Verteilung	,1	-,6
		Bestimmung von kritischen Werten	,1	-,5
		Interpretation	,1	-,6
		Bestimmung von Annahme-/Ablehnungsintervallen	,0	-,5
		Testentscheidung	,0	-,5
		Graphik der Gütefunktion	-,6	5,1
		Berechnung von Parametern	,0	-,2

Tabelle A - 45: Signifikante standardisierte Residuen für Unterthema und Folgefehler, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit

Gruppenzugehörigkeit	Thema der Aufgabe	Unterthema der Aufgabe	Standardisierte Residuen Folgefehler	
			Richtige Lösung	Fehler
Schlechte Gruppe	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Bestimmung von Zusammenhangsmaßen	,2	-,8
		Wahrscheinlichkeitstabelle	,2	-,7
		Überprüfung von (Un)Abhängigkeit	,2	-,7
		Erwartungswert und Varianz	-,7	3,3
		Berechnung von Wahrscheinlichkeiten	,1	-,4

Tabelle A - 46: Deskriptive Statistik, getrennt nach Gruppenzugehörigkeit

Deskriptive Statistik			Statistik		
Thema der Aufgabe			Gute Gruppe	Mittelmäßige Gruppe	Schlechte Gruppe
in der Aufgabe erreichter Prozentsatz	Wahrscheinlichkeitstheorie	Mittelwert	,9314	,6110	,6742
		Median	1,0000	1,0000	1,0000
		Standardabweichung	,20972	,45325	,45896
		Minimum	,00	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	1,00
	Zufallsvariablen und Variablen	Mittelwert	,8480	,5746	,3656
		Median	1,0000	,8333	,0000
		Standardabweichung	,29886	,45790	,45627
		Minimum	,00	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	1,00
	Zweidimensionale Zufallsvariablen und Variablen	Mittelwert	,8987	,5756	,1008
		Median	1,0000	,7500	,0000
		Standardabweichung	,25837	,46488	,28670
		Minimum	,00	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	1,00
	Verteilungsmodelle	Mittelwert	,8333	,3691	,1279
		Median	1,0000	,0000	,0000
		Standardabweichung	,34954	,45170	,29059
		Minimum	,00	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	1,00
	Stichprobentheorie	Mittelwert	,7963	,5357	,0667
		Median	,6667	,5000	,0000
		Standardabweichung	,19433	,36976	,21082
		Minimum	,50	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	,67
	Schätzverfahren	Mittelwert	,6000	,5692	,3333
		Median	,7500	1,0000	,0000
		Standardabweichung	,45947	,46668	,42032
		Minimum	,00	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	1,00
	Testtheorie	Mittelwert	,8980	,6543	,3977
		Median	1,0000	1,0000	,0000
		Standardabweichung	,24266	,45950	,48152
		Minimum	,00	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	1,00
	Regressionsanalyse	Mittelwert	,8654	,5718	,3792
		Median	1,0000	,5000	,1250
		Standardabweichung	,24046	,37159	,43161
		Minimum	,17	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	1,00
	Zeitreihenanalyse	Mittelwert		,4167	,2500
		Median		,0000	,0000
		Standardabweichung		,51493	,46291
		Minimum		,00	,00
		Maximum		1,00	1,00
	Theoriefragen	Mittelwert	,7436	,4409	,1930
		Median	,8333	,4226	,1429
		Standardabweichung	,25381	,28574	,20353
		Minimum	,17	,00	,00
		Maximum	1,00	1,00	,67

Tabelle A - 47: Eta-Koeffizienten für in der Klausur erreichten Prozentsatz und die unterschiedlichen Fehlertypen

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,140
		Fachbegriff abhängig	,272

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,022
		Falscher Wert ohne Lösungsweg abhängig	,240

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,343
		Keine Antwort abhängig	,461

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,022
		Unvollständige Lösung abhängig	,175

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,052
		Ungenaue Lösung abhängig	,206

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,002
		Falsches Einsetzen abhängig	,187

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,057
		Unzutreffende Antwort abhängig	,207

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,081
		Folgefehler abhängig	,222

Richtungsmaße

			Wert
Nominal- bzgl. Intervallmaß	Eta	in der Klausur erreichter Prozentsatz abhängig	,016
		Rechenfehler/mathematischer Fehler abhängig	,207

Tabelle A - 48: F-Test für die Regressionsanalyse

ANOVA^b

Modell	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
1 Regression	4,104	9	,456	47,934	,000 ^a
Nicht standardisierte Residuen	1,008	106	,010		
Gesamt	5,113	115			

a. Einflußvariablen : (Konstante), % Rechenfehler/ mathematischer Fehler, % Unzutreffende Antwort, % Unvollständige Antwort, % Ungenaue Antwort, % Folgefehler, % Keine Antwort, % Falscher Wert ohne Lösungsweg, % Falsches Einsetzen, % Fachbegriff-Fehler

b. Abhängige Variable: in der Klausur erreichter Prozentsatz

Tabelle A - 49: Residuenstatistik für die Regressionsanalyse

Residuenstatistik^a

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	N
Nicht standardisierter vorhergesagter Wert	,1233	,9260	,5518	,18892	116
Nicht standardisierte Residuen	-,18504	,24740	,00000	,09364	116
Standardisierter vorhergesagter Wert	-2,268	1,981	,000	1,000	116
Standardisierte Residuen	-1,897	2,536	,000	,960	116

a. Abhängige Variable: in der Klausur erreichter Prozentsatz

Tabelle A - 50: Kolmogoroff-Smirnoff-Test für die standardisierten Residuen

Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

		Standardized Residual
N		116
Parameter der Normalverteilung ^{a, b}	Mittelwert	,0000000
	Standardabweichung	,96007246
Extremste Differenzen	Absolut	,055
	Positiv	,055
	Negativ	-,042
Kolmogorov-Smirnov-Z		,591
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,876

a. Die zu testende Verteilung ist eine Normalverteilung.

b. Aus den Daten berechnet.

Tabelle A - 51: Korrelationsmatrix für die unabhängigen Variablen der Regressionsanalyse

Korrelation der Koeffizienten ^a										
Modell	Rechenfehler/ mathematischer Fehler	% Unzureichende Antwort	% Unvollständige Antwort	% Ungenauere Antwort	% Folgefänger	% Keine Antwort	% Falscher Wert ohne Lösungsweg	% Falsches Einsetzen	% Fachbegriff- Fehler	
1										
Korrelationen										
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	1,000	-,018	,032	,080	-,120	,117	,077	,117	-,063	
% Unzureichende Antwort	-,018	1,000	,002	-,005	-,046	-,032	-,256	,007	-,235	
% Unvollständige Antwort	,032	,002	1,000	,063	,048	,090	,048	,089	-,061	
% Ungenauere Antwort	,080	-,005	,063	1,000	,055	,095	,105	-,190	-,093	
% Folgefänger	,120	-,046	,048	,055	1,000	-,016	-,026	-,149	-,185	
% Keine Antwort	,117	-,032	,090	,095	-,016	1,000	,043	,097	,162	
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	,077	-,256	,048	,105	-,026	,043	1,000	-,049	,111	
% Falsches Einsetzen	,117	,007	,089	-,190	-,149	,097	-,049	1,000	-,061	
% Fachbegriff-Fehler	-,063	-,235	-,061	-,093	-,185	,162	,111	-,061	1,000	
Kovarianzen										
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	,009	,000	,000	,002	,001	,001	,001	,003	,000	
% Unzureichende Antwort	,000	,032	6,042E-5	,000	-,001	,000	-,008	,000	-,002	
% Unvollständige Antwort	,000	6,042E-5	,018	,002	,001	,001	,001	,004	,000	
% Ungenauere Antwort	,002	,000	,002	,048	,001	,001	,004	-,013	-,001	
% Folgefänger	,001	-,001	,001	,001	,013	-9,918E-5	-,001	-,005	-,001	
% Keine Antwort	,001	,000	,001	,001	-9,918E-5	,003	,000	,002	,001	
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	,001	-,008	,001	,004	-,001	,000	,028	-,003	,001	
% Falsches Einsetzen	,003	,000	,004	-,013	-,005	,002	-,003	,096	-,001	
% Fachbegriff-Fehler	,000	-,002	,000	-,001	-,001	,001	,001	-,001	,003	

a. Abhängige Variable: in der Klausur erreichter Prozentsatz

Tabelle A - 52: Zuordnungsübersicht und Heterogenitätsmaß für die Cluster zu Statistik I

Zuordnungsübersicht						
Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten	Erstes Vorkommen des Clusters		Nächster Schritt
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	27	,000	0	0	30
2	7	10	,000	0	0	12
3	8	26	,003	0	0	10
4	9	21	,005	0	0	12
5	83	97	,008	0	0	43
6	18	35	,011	0	0	25
7	99	106	,016	0	0	32
8	66	78	,021	0	0	33
9	52	63	,026	0	0	14
10	8	19	,032	3	0	24
11	6	89	,039	0	0	37
12	7	9	,047	2	4	24
13	33	44	,054	0	0	17
14	38	52	,063	0	9	34
15	1	40	,073	0	0	25
16	25	64	,083	0	0	21
17	33	75	,093	13	0	33
18	45	48	,106	0	0	36
19	34	46	,119	0	0	34
20	20	77	,135	0	0	40
21	17	25	,152	0	16	45
22	39	76	,169	0	0	44
23	32	36	,187	0	0	35
24	7	8	,206	12	10	30
25	1	18	,225	15	6	29
26	50	107	,247	0	0	42
27	54	79	,269	0	0	38
28	47	98	,295	0	0	41
29	1	84	,323	25	0	40
30	2	7	,354	1	24	37
31	51	65	,385	0	0	44
32	99	111	,416	7	0	48
33	33	66	,449	17	8	43
34	34	38	,483	19	14	50
35	32	110	,518	23	0	47
36	45	85	,554	18	0	46
37	2	6	,593	30	11	55
38	53	54	,635	0	27	48
39	114	116	,680	0	0	54
40	1	20	,728	29	20	45
41	47	49	,779	28	0	53
42	16	50	,834	0	26	49
43	33	83	,893	33	5	47
44	39	51	,960	22	31	52
45	1	17	1,029	40	21	50
46	37	45	1,120	0	36	49
47	32	33	1,213	35	43	51
48	53	99	1,317	38	32	54
49	16	37	1,440	42	46	51
50	1	34	1,592	45	34	52
51	16	32	1,752	49	47	56
52	1	39	1,930	50	44	53
53	1	47	2,134	52	41	55
54	53	114	2,415	48	39	57
55	1	2	2,806	53	37	56
56	1	16	3,698	55	51	57
57	1	53	5,474	56	54	0

Tabelle A - 53: Werte des F-Tests für die Cluster

	F-Werte		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
% Fachbegriff-Fehler	0,34405539	0,44063463	0,47963
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	0,43522934	1,35528639	0,75809
% Keine Antwort	0,15820609	0,18667561	0,79336
% Unvollständige Lösung	0,71138189	1,33954717	0,32965
% Ungenaue Lösung	1,35072992	1,06261441	0,00000
% Falsches Einsetzen	1,67322626	0,89811758	0,00000
% Unzutreffende Antwort	1,91855609	0,57207749	0,27226
% Folgefehler	1,19630445	0,34231332	2,90744
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	0,56692473	1,29769314	0,38913

Tabelle A - 54: Deskriptive Kennzahlen für den ersten Cluster

Deskriptive Statistik^a

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	17	,21	,72	,4955	,12720
Gültige Werte (Listenweise)	17				

a. Cluster - Statistik I = 1

Klausurnummer^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig SS05.1	7	41,2	41,2	41,2
SS05.2	1	5,9	5,9	47,1
SS06.1	4	23,5	23,5	70,6
SS06.2	1	5,9	5,9	76,5
SS07.1	4	23,5	23,5	100,0
Gesamt	17	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 1

Geschlecht^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Mann	6	35,3	35,3	35,3
Frau	11	64,7	64,7	100,0
Gesamt	17	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 1

Studiengang^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
BWL	9	52,9	52,9	52,9
VWL	5	29,4	29,4	82,4
Wipäd	3	17,6	17,6	100,0
Gesamt	17	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 1

Tabelle A - 55: Deskriptive Kennzahlen für den zweiten Cluster**Deskriptive Statistik^a**

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw eichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	33	,22	,98	,6718	,19660
Gültige Werte (Listenweise)	33				

a. Cluster - Statistik I = 2

Klausurnummer^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
SS05.1	3	9,1	9,1	9,1
SS05.2	7	21,2	21,2	30,3
SS06.1	4	12,1	12,1	42,4
SS06.2	5	15,2	15,2	57,6
SS07.1	9	27,3	27,3	84,8
SS07.2	5	15,2	15,2	100,0
Gesamt	33	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 2

Geschlecht^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
Mann	15	45,5	45,5	45,5
Frau	18	54,5	54,5	100,0
Gesamt	33	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 2

Studiengang^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
BWL	18	54,5	54,5	54,5
VWL	13	39,4	39,4	93,9
Wipäd	1	3,0	3,0	97,0
Sonstige	1	3,0	3,0	100,0
Gesamt	33	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 2

Tabelle A - 56: Deskriptive Kennzahlen für den dritten Cluster

Deskriptive Statistik^a

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	8	,22	,42	,3161	,07935
Gültige Werte (Listenweise)	8				

a. Cluster - Statistik I = 3

Klausurnummer^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig SS05.1	1	12,5	12,5	12,5
SS06.2	1	12,5	12,5	25,0
SS07.1	2	25,0	25,0	50,0
SS07.2	4	50,0	50,0	100,0
Gesamt	8	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 3

Geschlecht^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Mann	2	25,0	25,0	25,0
Frau	6	75,0	75,0	100,0
Gesamt	8	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 3

Studiengang^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig BWL	3	37,5	37,5	37,5
VWL	2	25,0	25,0	62,5
Wipäd	1	12,5	12,5	75,0
Sonstige	2	25,0	25,0	100,0
Gesamt	8	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik I = 3

Tabelle A - 57: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im ersten Cluster

Deskriptive Statistik ^a					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	17	,21	,72	,4955	,12720
% Fachbegriff-Fehler	17	,33	,71	,4870	,09934
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	17	,00	,17	,0196	,04686
% Keine Antwort	17	,00	,29	,0427	,07635
% Unvollständige Antwort	17	,00	,17	,0504	,06115
% Ungenaue Antwort	17	,00	,17	,0241	,05677
% Falsches Einsetzen	17	,00	,20	,0216	,05361
% Unzutreffende Antwort	17	,00	,27	,0703	,08777
% Folgefehler	17	,00	,25	,0923	,10104
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	17	,00	,17	,0152	,04482
Gültige Werte (Listenweise)	17				

a. Cluster - Statistik I = 1

Tabelle A - 58: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im zweiten Cluster

Deskriptive Statistik ^a					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	33	,22	,98	,6718	,19660
% Fachbegriff-Fehler	33	,00	,43	,2196	,11242
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	33	,00	,33	,0441	,08269
% Keine Antwort	33	,00	,29	,0529	,08294
% Unvollständige Antwort	33	,00	,36	,0418	,08391
% Ungenaue Antwort	33	,00	,17	,0195	,05036
% Falsches Einsetzen	33	,00	,18	,0133	,03927
% Unzutreffende Antwort	33	,00	,18	,0276	,04793
% Folgefehler	33	,00	,20	,0272	,05405
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	33	,00	,23	,0468	,06781
Gültige Werte (Listenweise)	33				

a. Cluster - Statistik I = 2

Tabelle A - 59: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im dritten Cluster

Deskriptive Statistik ^a					
	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	8	,22	,42	,3161	,07935
% Fachbegriff-Fehler	8	,00	,36	,1518	,11729
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	8	,00	,17	,0401	,06184
% Keine Antwort	8	,29	,79	,5283	,17098
% Unvollständige Antwort	8	,00	,09	,0299	,04162
% Ungenaue Antwort	8	,00	,00	,0000	,00000
% Falsches Einsetzen	8	,00	,00	,0000	,00000
% Unzutreffende Antwort	8	,00	,07	,0179	,03307
% Folgefehler	8	,00	,38	,0844	,15751
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	8	,00	,08	,0200	,03713
Gültige Werte (Listenweise)	8				

a. Cluster - Statistik I = 3

Tabelle A - 60: Zuordnungsübersicht und Heterogenitätsmaß für die Cluster zu Statistik II

Zuordnungsübersicht						
Schritt	Zusammengeführte Cluster		Koeffizienten	Erstes Vorkommen des Clusters		Nächster Schritt
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	5	15	,001	0	0	29
2	29	80	,003	0	0	13
3	71	86	,004	0	0	25
4	70	91	,007	0	0	22
5	56	94	,010	0	0	15
6	30	57	,014	0	0	21
7	41	90	,018	0	0	25
8	43	87	,023	0	0	20
9	4	88	,028	0	0	33
10	31	82	,033	0	0	17
11	3	11	,038	0	0	23
12	95	115	,044	0	0	51
13	29	69	,050	2	0	22
14	22	23	,056	0	0	35
15	56	67	,063	5	0	30
16	42	68	,072	0	0	24
17	24	31	,081	0	10	35
18	92	112	,092	0	0	34
19	104	109	,102	0	0	32
20	43	93	,114	8	0	30
21	30	103	,128	6	0	38
22	29	70	,143	13	4	29
23	3	14	,158	11	0	48
24	42	81	,175	16	0	31
25	41	71	,193	7	3	43
26	62	74	,211	0	0	47
27	12	55	,230	0	0	37
28	102	113	,250	0	0	46
29	5	29	,271	1	22	38
30	43	56	,292	20	15	39
31	42	100	,315	24	0	46
32	104	108	,338	19	0	34
33	4	28	,364	9	0	48
34	92	104	,392	18	32	41
35	22	24	,419	14	17	37
36	59	73	,457	0	0	40
37	12	22	,500	27	35	44
38	5	30	,544	29	21	43
39	43	101	,589	30	0	49
40	59	96	,638	36	0	42
41	60	92	,687	0	34	49
42	59	72	,737	40	0	53
43	5	41	,789	38	25	45
44	12	13	,842	37	0	50
45	5	58	,905	43	0	53
46	42	102	,969	31	28	52
47	61	62	1,061	0	26	55
48	3	4	1,159	23	33	50
49	43	60	1,271	39	41	51
50	3	12	1,409	48	44	56
51	43	95	1,561	49	12	54
52	42	105	1,716	46	0	56
53	5	59	2,014	45	42	54
54	5	43	2,338	53	51	55
55	5	61	2,827	54	47	57
56	3	42	3,652	50	52	57
57	3	5	4,731	56	55	0

Tabelle A - 61: Werte des F-Tests für die Cluster

	F-Werte		
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
% Fachbegriff-Fehler	0,18337478	0,46771363	0,14340946
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	0,98710107	1,04762800	1,06935950
% Keine Antwort	0,00799163	0,43717297	1,38902253
% Unvollständige Lösung	1,87802032	0,73889940	0,94495996
% Ungenaue Lösung	3,32827372	0,20052808	0,00000000
% Falsches Einsetzen	4,14285714	0,00000000	0,00000000
% Unzutreffende Antwort	0,00000000	1,41600401	0,54805509
% Folgefehler	0,46286771	1,33852005	0,15212225
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	0,78074332	1,25626933	0,15515310

Tabelle A - 62: Deskriptive Kennzahlen für den ersten Cluster

Deskriptive Statistik^a

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	14	,50	,98	,8000	,14401
Gültige Werte (Listenweise)	14				

a. Cluster - Statistik II = 1

Klausurnummer^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig WS0506.1	2	14,3	14,3	14,3
WS0607.1	3	21,4	21,4	35,7
WS0708.1	6	42,9	42,9	78,6
WS0708.2	3	21,4	21,4	100,0
Gesamt	14	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 1

Geschlecht^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Mann	5	35,7	35,7	35,7
Frau	9	64,3	64,3	100,0
Gesamt	14	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 1

Studiengang^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
BWL	7	50,0	50,0	50,0
VWL	6	42,9	42,9	92,9
Wipäd	1	7,1	7,1	100,0
Gesamt	14	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 1

Tabelle A - 63: Deskriptive Kennzahlen für den zweiten Cluster**Deskriptive Statistik^a**

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabw eichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	37	,20	,76	,4657	,14964
Gültige Werte (Listenweise)	37				

a. Cluster - Statistik II = 2

Klausurnummer^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
WS0506.1	8	21,6	21,6	21,6
WS0506.2	4	10,8	10,8	32,4
WS0607.1	9	24,3	24,3	56,8
WS0607.2	2	5,4	5,4	62,2
WS0708.1	9	24,3	24,3	86,5
WS0708.2	5	13,5	13,5	100,0
Gesamt	37	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 2

Geschlecht^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
Mann	16	43,2	43,2	43,2
Frau	21	56,8	56,8	100,0
Gesamt	37	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 2

Studiengang^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
BWL	19	51,4	51,4	51,4
VWL	12	32,4	32,4	83,8
Wipäd	3	8,1	8,1	91,9
Sonstige	3	8,1	8,1	100,0
Gesamt	37	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 2

Tabelle A - 64: Deskriptive Kennzahlen für den dritten Cluster

Deskriptive Statistik^a

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	7	,18	,54	,3514	,13259
Gültige Werte (Listenweise)	7				

a. Cluster - Statistik II = 3

Klausurnummer^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig WS0506.1	2	28,6	28,6	28,6
WS0506.2	3	42,9	42,9	71,4
WS0607.2	1	14,3	14,3	85,7
WS0708.1	1	14,3	14,3	100,0
Gesamt	7	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 3

Geschlecht^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Mann	2	28,6	28,6	28,6
Frau	5	71,4	71,4	100,0
Gesamt	7	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 3

Studiengang^a

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig BWL	4	57,1	57,1	57,1
VWL	2	28,6	28,6	85,7
Wipäd	1	14,3	14,3	100,0
Gesamt	7	100,0	100,0	

a. Cluster - Statistik II = 3

Tabelle A - 65: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im ersten Cluster

Deskriptive Statistik^a

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	14	,50	,98	,8000	,14401
% Fachbegriff-Fehler	14	,00	,22	,1376	,07245
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	14	,00	,10	,0143	,03631
% Keine Antwort	14	,00	,05	,0038	,01407
% Unvollständige Antwort	14	,00	,22	,0561	,08787
% Ungenaue Antwort	14	,00	,22	,0310	,06698
% Falsches Einsetzen	14	,00	,10	,0071	,02673
% Unzutreffende Antwort	14	,00	,00	,0000	,00000
% Folgefehler	14	,00	,17	,0170	,04709
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	14	,00	,33	,0857	,11284
Gültige Werte (Listenweise)	14				

a. Cluster - Statistik II = 1

Tabelle A - 66: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im zweiten Cluster

Deskriptive Statistik^a

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	37	,20	,76	,4657	,14964
% Fachbegriff-Fehler	37	,26	,78	,4182	,11570
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	37	,00	,17	,0124	,03741
% Keine Antwort	37	,00	,39	,1220	,10404
% Unvollständige Antwort	37	,00	,20	,0471	,05512
% Ungenaue Antwort	37	,00	,10	,0027	,01644
% Falsches Einsetzen	37	,00	,00	,0000	,00000
% Unzutreffende Antwort	37	,00	,22	,0191	,04692
% Folgefehler	37	,00	,29	,0404	,08008
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	37	,00	,67	,0817	,14314
Gültige Werte (Listenweise)	37				

a. Cluster - Statistik II = 2

Tabelle A - 67: Deskriptive Kennzahlen für die Fehlertypen im dritten Cluster

Deskriptive Statistik^a

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
in der Klausur erreichter Prozentsatz	7	,18	,54	,3514	,13259
% Fachbegriff-Fehler	7	,06	,21	,1368	,06407
% Falscher Wert ohne Lösungsweg	7	,00	,10	,0143	,03780
% Keine Antwort	7	,21	,78	,4196	,18545
% Unvollständige Antwort	7	,00	,17	,0409	,06233
% Ungenaue Antwort	7	,00	,00	,0000	,00000
% Falsches Einsetzen	7	,00	,00	,0000	,00000
% Unzutreffende Antwort	7	,00	,06	,0234	,02919
% Folgefehler	7	,00	,07	,0102	,02700
% Rechenfehler/ mathematischer Fehler	7	,00	,10	,0403	,05030
Gültige Werte (Listenweise)	7				

a. Cluster - Statistik II = 3

Tabelle A - 68: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Clusterzugehörigkeit und Klausurtermin – Statistik I

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	14,614 ^a	10	,147	,146 ^b	,137	,155			
Likelihood-Quotient	16,713	10	,081	,142 ^b	,133	,150			
Exakter Test nach Fisher	12,035			,198 ^b	,188	,209			
Zusammenhang linear-mit-linear	4,865 ^c	1	,027	,029 ^b	,024	,033	,016 ^b	,012	,019
Anzahl der gültigen Fälle	58								

a. 14 Zellen (77,8%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,36.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 2000000.

c. Die standardisierte Statistik ist -2,206.

Tabelle A - 69: χ^2 -Unabhängigkeitstest für Clusterzugehörigkeit und Klausurtermin – Statistik II

Chi-Quadrat-Tests									
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Monte-Carlo-Signifikanz (2-seitig)			Monte-Carlo-Signifikanz (1-seitig)		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall		Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze		Untergrenze	Obergrenze
Chi-Quadrat nach Pearson	21,460 ^a	10	,018	,015 ^b	,012	,018			
Likelihood-Quotient	23,261	10	,010	,021 ^b	,017	,025			
Exakter Test nach Fisher	17,744			,023 ^b	,019	,027			
Zusammenhang linear-mit-linear	9,259 ^c	1	,002	,002 ^b	,001	,002	,001 ^b	,000	,001
Anzahl der gültigen Fälle	58								

a. 15 Zellen (83,3%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,97.

b. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 624387341.

c. Die standardisierte Statistik ist 3,043.

Tabelle A - 70: Zusammenhangsmaß für Clusterzugehörigkeit und Klausurtermin – Statistik I

Symmetrische Maße						
		Wert	Näherungsweise Signifikanz	Monte-Carlo-Signifikanz		
				Signifikanz	99%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,608	,018	,018 ^a	,014	,021
	Cramer-V	,430	,018	,018 ^a	,014	,021
Anzahl der gültigen Fälle		58				

a. Basierend auf 10000 Stichprobentabellen mit dem Startwert 957002199.

Erklärung zur Urheberschaft

Hiermit erkläre ich, Anna Pinoso, dass ich die vorliegende Arbeit allein und nur unter Verwendung der aufgeführten Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Die Prüfungsordnung ist mir bekannt. Ich habe in meinem Studienfach bisher keine Bachelorarbeit eingereicht bzw. diese nicht endgültig nicht bestanden.

Anna Pinoso

Berlin, 18.09.2010